piezosystemjena
unglaublich präzise

Bedienungsanleitung Digitalsystem d-Drive®

instruction manual digital system d-Drive®

Bitte lesen Sie sorgfältig die Bedienungsanleitung vor dem Einschalten des Gerätes. Beachten Sie bitte insbesondere die Sicherheitshinweise!

Read carefully before switching on the power! Please see safety instructions for using piezoelectric actuators and power supplies!

CE

piezosystemjena
unglaublich präzise

Bedienungsanleitung Seite 3 ... 42
(deutsch)

instruction manual pages 43 ... 79
(english)

Deutsche Version: Letzte Änderung 23.05.2013 von AS
English version: last change 2013-05-23 by AS

piezosystemjena
unglaublich präzise

Inhaltsverzeichnis

1	Gegenstand	4
2	Zertifizierung von *piezosystem jena*	4
3	Konformitätserklärung	5
4	Lieferumfang	6
5	Allgemeine Hinweise zu Piezoaktoren und Spannungsverstärkern	6
6	Sicherheitshinweise	7
6.1	Installation, Stromanschluss	8
6.2	Betrieb	8
6.3	Pflege und Wartung	9
6.4	Umgebungsbedingungen	9
7	Kurzanleitung, Funktionskontrolle	9
8	Beschreibung des Digitalsystems *d-Drive*®	10
8.1	Allgemeines	10
8.2	Systemgehäuse 84TE mit Netzteil	11
8.2.1	Funktion	11
8.2.2	Technische Daten Systemgehäuse mit Netzteil	11
8.3	Verstärkermodule EVD50, EVD125, EVD300	12
8.3.1	Funktion	12
8.3.2	MOD/MON	15
8.3.3	Anschlussbelegungen	17
8.3.4	Technische Daten EVDxxx	19
8.4	Interfacemodul EDS1, EDS2	20
8.4.1	Funktion	20
8.4.2	Menüführung EDS2	21
8.4.3	Anschlussbelegungen	22
8.4.4	Technische Daten EDSx	23
8.5	Kommunikation und Befehlssatz	23
8.5.1	Kommunikation RS232	23
8.5.2	Anleitung und Treiberinstallation für USB-Interface	24
8.5.3	Befehlssatz	30
8.5.4	Statusregister	33
8.6	Funktionsgenerator	34
8.7	Ausgeben von Triggersignalen	35
8.8	Scanfunktion	36
9	Bedienung	38
10	Reglereinstellung	39
11	Fehlersuche	40
12	Ihre Notizen	42

1 Gegenstand

Diese Anleitung beschreibt das Digitalsystem ***d-Drive***® von ***piezosystem jena GmbH***. Weiterhin finden Sie Sicherheitshinweise beim Umgang mit Piezoelementen.

Bei Problemen wenden Sie sich bitte an den Hersteller des Gerätes: ***piezosystem jena GmbH***, Stockholmer Straße 12, 07747 Jena. Tel: (0 36 41) 66 88-0

2 Zertifizierung von *piezosystem jena GmbH*

Die Firma ***piezosystem jena GmbH*** arbeitet seit 1999 nach einem nach DIN EN ISO 9001 zertifizierten Qualitätsmanagementsystem, dessen Wirksamkeit durch regelmäßige Audits durch den TÜV geprüft und nachgewiesen wird.

Diese Bedienungsanleitung enthält wichtige Informationen für den Betrieb und Umgang mit Piezoaktoren. Bitte nehmen Sie sich die Zeit, diese Informationen zu lesen. Piezopositioniersysteme sind mechanische System von höchster Präzision. Durch den richtigen Umgang stellen Sie sicher, dass das System die geforderte Präzision auch über lange Zeit einhält.

3 Konformitätserklärung

SLG Prüf- und Zertifizierungs GmbH

Notified Body / Identification No. 0494

KONFORMITÄTSBESCHEINIGUNG
CERTIFICATE OF CONFORMITY

Nr./No.: 106019C **Datum/Date: 20.07.2010**

für den Hersteller oder dessen autorisierten Vertreter in der Europäischen Gemeinschaft

to the manufacturer or his authorised representative in the European Community

piezosystem Jena GmbH
Prüssingstr. 27
07745 Jena, Deutschland / Germany

Gerät-/ Produktbezeichnung:

Equipment/ Product designation:

Piezospannungsverstärker / Digital piezo controller
d-Drive E-751-200
Warenzeichen / Trademark: piezosystemjena

Das geprüfte Muster erfüllt die Schutzziele folgender Richtlinien der Europäischen Gemeinschaft:

The sample tested meets the essential requirements of the following directives of the European Community:

Niederspannungsrichtlinie 2006/95/EG / 2006/95/EC Low Voltage Directive

Hierfür liegen folgende Dokumente vor:

For this the following documents exist:

1193-10-GG-10-PB001

Voraussetzung für die Anbringung der CE-Kennzeichnung ist die Beachtung aller für das Produkt zutreffenden EG-Richtlinien und die Erstellung einer EG-Konformitätserklärung durch den Hersteller oder dessen autorisierten Vertreter in der Europäischen Gemeinschaft.

For labbeling a product with the CE-Marking all relevant EC Directives must be observed and an EC-Declaration of Conformity must be provided by Manufacturer or his authorised representative in the European Community.

CE

Die Bescheinigung basiert auf dem Ergebnis der Prüfung an einem Muster und stellt keine Bewertung der Serienproduktion dieses Erzeugnisses dar.

This certificate is the result of tests carried out on one sample and does not represent the serial production of this product.

SLG Prüf- und Zertifizierungs GmbH Zertifizierungsstelle

U. Schult
Zertifizierungsstelle / Certification Body

Dem Zertifikat liegt die Prüf- und Zertifizierungsordnung der SLG zugrunde.
This certificate is based on the SLG Regulations for Testing and Certification.

SLG Prüf- und Zertifizierungs GmbH
Burgstädter Straße 20
09232 Hartmannsdorf
Deutschland / Germany

FILE-NO.: 1193-10-GG

Tel.: +49 3722 7323-0
Fax: +49 3722 7323-899
E-Mail: service@slg.de.com
http://www.slg.de.com

4 Lieferumfang

Bitte prüfen Sie nach Erhalt die Vollständigkeit der Lieferung, bestehend aus:

- Digitalsystem d-Drive
- Netzkabel
- RS232-Kabel
- USB-Kabel
- Bedienungsanleitung
- CD-ROM mit Treiber, Software und Bedienungsanleitung

5 Allgemeine Hinweise zu Piezoaktoren und Spannungsverstärkern

- Piezoaktoren von ***piezosystem jena*** werden mit Spannungen bis 150V angesteuert. Beachten Sie bitte die Sicherheitsvorschriften beim Umgang mit diesen Spannungen.
- Nach dem Transport von Piezoaktoren sollten sich diese vor dem Einschalten ca. 2h der Raumtemperatur anpassen können.
- Piezoaktoren sind stoß- und schlagempfindlich (Bruchgefahr). Vermeiden Sie auch bei eingebauten Piezoaktoren derartige Einwirkungen. Durch den piezoelektrischen Effekt können bei Stoß- oder Schlageinwirkungen Spannungen erzeugt werden, die zu Überschlägen führen können.
- Piezoaktoren sind mit hohen Druckkräften belastbar. Ohne Vorspannung dürfen sie nicht auf Zug belastet werden. Beachten Sie, dass bei Stoßeinwirkungen (z.B. Herunterfallen) und bei hochdynamischen Anwendungen Beschleunigungen des Keramikmaterials und somit auch Zugkräfte auftreten. Piezoaktoren mit mechanischer Vorspannung können im Rahmen der Vorspannung auf Zug belastet werden.
- Bei Ansteuerung der Aktoren mit einer Spannung im oberen Stellbereich kann bei Abschaltung der Steuerspannung allein durch die noch erfolgende Bewegung der Keramik eine beträchtliche elektrische Gegenspannung erzeugt werden, die zu Überschlägen führen kann.
- Durch strukturbedingte Verlustprozesse innerhalb der Keramik kommt es zu einer Erwärmung beim dynamischen Betrieb. Bei ungenügenden Kühlungsmaßnahmen kann es zu Ausfällen kommen. Eine Erwärmung über der Curietemperatur (übliche Werte ca. 140°C - 250°C) lässt den piezoelektrischen Effekt verschwinden.
- Piezoaktoren können elektrisch als Kondensatoren angesehen werden. Die Entladungszeiten liegen im Bereich von Stunden bis Tagen. Deshalb können auch nach Trennung der Piezoaktoren von der Spannungsversorgung hohe Spannungen anliegen. Bleibt der Aktor mit der Elektronik verbunden, so wird er innerhalb einer Sekunde nach dem Abschalten auf ungefährliche Spannungswerte entladen.
- Piezoaktoren können durch Erwärmung oder Abkühlung und der damit verbundenen Längenänderung eine Spannung an den Anschlüssen erzeugen. Bedingt durch die Eigenkapazität ist das Entladungspotential nicht zu vernachlässigen. Bei üblicher Raumtemperatur ist dieser Effekt unbedeutend.
- Piezoaktoren von ***piezosystem jena*** sind justiert und verklebt. Ein Öffnen der Stellelemente führt zur Dejustage. Eine Beschädigung des inneren Aufbaus ist dabei nicht auszuschließen. Dieses kann zur Funktionsunfähigkeit führen. Geräte von ***piezosystem jena*** dürfen deshalb nicht geöffnet werden. Ein Öffnen führt zum Garantieverlust!
- Verwenden Sie nur mitgelieferte Kabel und Verlängerungen. So können Geräteausfälle durch eventuell falsche Verbindungen verhindert werden.
- Bei Problemen wenden Sie sich bitte an ***piezosystem jena*** oder an den jeweiligen Händler. Die für die jeweiligen Länder verantwortlichen Repräsentanten finden Sie auf unserer Webseite http://www.piezojena.de unter der Rubrik Repräsentanten.

Achtung! Trotz mechanischer Vorspannung können Stoßkräfte (z.B. Fallenlassen oder Anstoßen) zu einer Beschädigung des eingebauten Keramikelementes führen. Bei Beschädigungen des Piezoaktors aufgrund derartiger Einwirkungen können wir keine Garantie übernehmen. Bitte gehen Sie deshalb sehr sorgfältig mit Ihrem Piezoaktor um.

6 Sicherheitshinweise

Symbole:

GEFAHR! Dieses Symbol weist auf die Gefahr von Elektrounfällen hin. Damit verbundene Warnhinweise sind unbedingt zu beachten.

ACHTUNG! Dieses Symbol weist auf zu beachtende Anweisungen in der Bedienungsanleitung hin, die zusätzliche Hinweise zur Bedienung und Warnung enthalten.

GEFAHR

- Öffnen Sie das Gerät in keinem Fall! Im Inneren des Gerätes befinden sich keine Teile, die vom Benutzer selbst gewartet werden können. Das Öffnen oder Entfernen der Abdeckungen könnte einen elektrischen Schlag verursachen oder zu anderen gefährlichen Situationen führen. Reparaturarbeiten dürfen nur von qualifiziertem technischen Personal durchgeführt werden.
- Vermeiden Sie das Eindringen von Flüssigkeiten in die Geräte! Diese können zu einem elektrischen Schlag, Brand oder Fehlfunktionen des Gerätes führen.

ACHTUNG

- Achten Sie auf ausreichende Belüftung der Steuerelektronik. Lüftungsschlitze dürfen nicht blockiert werden. Die Geräte sollten nicht in unmittelbarer Nähe von Wärmequellen (z.B. Heizung, Ofen usw.) aufgestellt werden.
- Betreiben Sie die Geräte von ***piezosystem jena*** nur in sauberer und trockener Umgebung. Nur dafür speziell vorgesehene Geräte und Piezoelemente dürfen unter abweichenden Umgebungsbedingungen betrieben werden.
- ***piezosystem jena*** übernimmt keine Garantie bei Fehlfunktionen durch fremdes Zubehör. Besonders geregelte Systeme sind nur in dem von ***piezosystem jena*** ausgelieferten Zustand voll funktionstüchtig. Das Verwenden zusätzlicher Kabel oder abweichender Stecker verändert die Kalibrierung und andere spezifizierte Daten. Dieses kann bis zur Fehlfunktion der Geräte führen.
- Piezoelemente sind empfindliche Präzisionsgeräte von großem Wert. Bitte behandeln Sie die Geräte dementsprechend. Achten Sie auf einen mechanisch saubere Befestigung der Piezoelemente, ausschließlich an den dafür vorgesehenen Befestigungsstellen!

Unter den nachfolgend aufgeführten Umständen müssen die Geräte sofort vom Netz getrennt und ein Servicetechniker konsultiert werden:

- beschädigte Kabel (z.B. Netzkabel)
- Flüssigkeiten sind in das Gerät gelangt
- das Gerät war Regen ausgesetzt oder ist mit Wasser in Berührung gekommen
- das Gerät funktioniert bei Bedienung entsprechend der Bedienungsanleitung nicht ordnungsgemäß

6.1 Installation, Stromanschluss

GEFAHR

- Greifen Sie niemals mit nassen Händen an den Netzstecker. Es besteht die Gefahr eines elektrischen Schlages.
- Nicht in Räumen installieren, in denen leicht entzündliche Substanzen gelagert werden. Kommen leicht entzündliche Substanzen mit elektrischen Bauteilen in Kontakt, besteht die Gefahr von Feuer oder einem elektrischen Schlag.
- Nehmen Sie keine Veränderungen am Netzkabel vor. Stellen Sie keine schweren Gegenstände auf das Netzkabel und verlegen Sie es so, dass es nicht übermäßig gespannt oder geknickt ist. Das Netzkabel könnte sonst beschädigt werden, und es besteht die Gefahr eines elektrischen Schlages bzw. Brandgefahr.
- Ziehen Sie niemals am Kabel, um den Netzstecker zu ziehen. Dadurch könnte das Netzkabel beschädigt werden und es besteht die Gefahr eines elektrischen Schlages oder Brandgefahr.

ACHTUNG

- Verwenden Sie nur das mitgelieferte Zubehör. Stecken Sie die Netzkabel ausschließlich in Schutzleitersteckdosen.
- Stellen Sie das Gerät niemals an einem Platz auf, an dem das Netzkabel beschädigt oder zur Stolperfalle werden kann. Stellen Sie niemals Geräte auf das Netzkabel.
- Stellen Sie das Gerät so auf, dass die Lüftungsschlitze nicht blockiert werden und eine ausreichende Belüftung der Steuerelektronik gewährleistet wird.
- Stecken Sie den Netzstecker vollständig in die Schutzleitersteckdose, damit es sich nicht versehentlich lösen kann.
- Halten Sie den Netzstecker immer frei zugänglich, damit er im Notfall gezogen werden kann.
- Stellen Sie das System so auf, dass der Schalter ohne Probleme betätigt werden kann.
- Der Netzstecker ist die Trennstelle vom Versorgungsnetz

6.2 Betrieb

Warnung

- Öffnen Sie das Gerät in keinem Fall! Im Inneren des Gerätes befinden sich keine Teile, die vom Benutzer selbst gewartet werden können. Das Öffnen oder Entfernen der Abdeckungen könnte einen elektrischen Schlag verursachen oder zu anderen gefährlichen Situationen führen. Reparaturarbeiten dürfen nur von qualifiziertem technischen Personal durchgeführt werden.
- Achten Sie darauf, dass kein Wasser oder entflammbare Flüssigkeiten ins Innere des Gerätes gelangen. Kommen elektrische Bauteile mit diesen Substanzen in Kontakt besteht Feuergefahr und die Gefahr eines elektrischen Schlages.

ACHTUNG

- Falls Sie Rauchentwicklung, starke Hitze oder einen ungewöhnlichen Geruch am Gerät feststellen, schalten Sie es bitte sofort aus und ziehen Sie den Netzstecker. Nehmen Sie mit unseren technischen Service Kontakt auf.

6.3 Pflege und Wartung

ACHTUNG ⚠

- Schalten Sie das Gerät immer aus und ziehen Sie den Netzstecker, bevor Sie das äußere Gehäuse reinigen.
- Verwenden Sie zum Reinigen ein gut ausgewrungenes Tuch. Verwenden Sie niemals Alkohol, Benzin, Verdünner oder andere leicht entflammbare Substanzen. Ansonsten besteht Feuergefahr oder die Gefahr eines elektrischen Schlages.

6.4 Umgebungsbedingungen

Das Gerät ist unter folgenden Umgebungsbedingungen einsetzbar:

- Verwendung nur in Innenräumen
- bei einer Höhe bis zu 2000 m
- Temperaturbereich: 5 ... 35 °C
- relative Luftfeuchte: 5 ... 95% (nicht kondensierend)

Die empfohlenen Einsatzbedingungen sind:

- Verwendung nur in Innenräumen
- bei einer Höhe bis zu 2000 m
- Temperaturbereich: 20...22 °C
- relative Luftfeuchte: 5 ... 80% (nicht kondensierend)

7 Kurzanleitung, Funktionskontrolle

Bitte überprüfen Sie die Lieferung auf Vollständigkeit (siehe Packliste) und auf Unversehrtheit aller angegebenen Lieferpositionen.

Sichtprüfung Aktor und Digitalsystem:

- Kopf- und Deckplatte des Aktors (wenn vorhanden) müssen parallel zueinander stehen
- keine Kratzer auf Grund- und Deckplatte
- Bitte informieren Sie ***piezosystem jena*** sofort bei Beschädigungen des Systems.
- Bitte lassen Sie sich Transportschäden vom Lieferanten (Paketdienst o.ä.) bestätigen.
- Netzschalter ist ausgeschaltet, vorhandene Betriebsspannung ist mit der am Gerät angegebenen identisch
- Schließen Sie die Stromversorgung an.
- Schließen Sie das Piezoelement an den 15 pol. DSUB Stecker „PIEZO“ an.
- Schalten Sie das Gerät mit Hilfe des Tasters an der Frontplatte in den ON-Betrieb. Es erfolgt ein kurzer Selbsttest der Module.
- Je nach Bestückung (Spannungsverstärker EVDxxx, Aktoren) blinken die gelben Leuchtdioden „OVL“ und „UDL“ am EVDxxx. Die grüne „ON“-LED leuchtet permanent. Steckt ein Aktor an dem 15pol. DSUB Stecker, erlöschen die gelben Leuchtdioden nach ca. 3 Sek. und der Verstärker ist funktionsbereit.
- Das Interfacemodul EDS2 beendet seinen Selbsttest mit der Anzeige „Hauptmenü“, darunter die möglichen und die belegten Verstärkerkanäle 1...6 (= Zeile 1...6). Steckt in Steckplatz 1 und 2 ein Verstärkermodul, so zeigt die Anzeige in Zeile 1 und 2 die Aktornamen „X“ („Y“,“Z“...), „ol“ (open loop) und die Aktorausgangsspannung „-20,000 V“. Die Zeilen 3...6 sind leer, da an diesen Steckplätzen kein Verstärker bzw. Aktor angeschlossen ist.

- Ist das Gerät mit dem Interfacemodul EDS1 bestückt, kann über die RS232-Schnittstelle mit dem Kommando „stat Enter“ der Status der EDS und der vorhandenen EVDxxx abgefragt werden.
- Drehen Sie das OFFSET-Potentiometer am EVDxxx nach rechts, bis auf der Anzeige ca. 130V stehen, der Aktor führt seinen maximal möglichen Hub aus.
- Drehen Sie das OFFSET-Potentiometer nach links bis die Anzeige wieder auf ca. -20 V steht, der Aktor führt seinen minimal möglichen Hub aus.
- Schalten Sie die Regelung durch Druck auf das OFFSET-Potentiometer ein. Die Leuchtdiode „OL/CL“ des EVDxxx leuchtet gelb. Auf der EDS2 ändert sich die Anzeige des Kanals auf „cl“ (closed loop) und die Dehnung des Aktors ca. „0 µm“ wird angezeigt.
- Drehen Sie das OFFSET-Potentiometer nach rechts bis sich auf dem Display der EDS2 die Dehnung nicht mehr ändert, der Aktor führt seinen max. geregelten Hub lt. Datenblatt des Aktors aus.
- Drehen Sie das Potentiometer nach links bis auf „0 µm“ und schalten Sie die Regelung durch Druck auf das OFFSET-Potentiometer aus.
- Führen Sie diese Prozedur mit allen angeschlossenen Aktoren durch.
- Schalten Sie das Gerät aus, indem Sie die POWER-Taste länger als 3 Sek. gedrückt halten.
- Sollte das Gerät über längere Zeit (länger als 1 Tag) nicht betrieben werden, ist der Netzschalter an der Rückseite des Gerätes auszuschalten.
- Die Funktionskontrolle ist hiermit abgeschlossen.
- Sollten während der Funktionskontrolle Unstimmigkeiten auftreten, lesen Sie bitte den Absatz Fehlersuche.

8 Beschreibung des Digitalsystems *d-Drive*®

8.1 Allgemeines

Die digitale Steuerelektronik ***d-Drive***® in Kombination mit den hochauflösenden piezoelektrischen Antriebs- und Positioniersystemen ermöglicht die vollständig digitale Realisierung hochpräziser Positionieraufgaben. Sie wurde speziell für mehrkanalige Feinpositionieraufgaben entwickelt. Dank des schnellen Digitalen Signal Prozessors (DSP) und dem hohen Bedienkomfort setzt ***d-Drive***® neue Maßstäbe. Alle Parameter können über PC ferngesteuert und abgefragt bzw. am integrierten Display des Datenaustauschmoduls EDS2 direkt eingegeben und angezeigt werden.
d-Drive® ermöglicht weiterhin erstmals die getrennte Austauschbarkeit von Aktor und Steuerelektronik. Alle relevanten Daten sind eigenständig auf dem ID-Chip des Aktors gespeichert und werden an den jeweiligen Verstärker übergeben. So ist es nun möglich, einen kalibrierten Aktor von ***piezosystem jena*** wahlweise in verschiedenen Systemen einzusetzen.
Eine Vielzahl weiterer hilfreicher Features wurde implementiert. So sind standardmäßig ein Notch-Filter und Tiefpassfilter sowie eine Anstiegsbegrenzung des Eingangssignals (slew rate) frei programmierbar. Ein integrierter Funktionsgenerator ermöglicht Sinus-, Rechteck- und Dreieck-Signalsteuerung sowie eine Rausch- und Wobbelfunktion zur Frequenzanalyse.
All diese Funktionen und die 20bit Auflösung mit 50kSPS Abtastrate (50kHz Samplefrequenz) prädestinieren das ***d-Drive***® besonders für Nanopositionierung im Bereich von Scann-Anwendungen, Oberflächen– und Strukturanalyse, Mikroskopie und Halbleiterindustrie.
Das erweiterbare System beinhaltet das Systemgehäuse mit Weitbereichsschaltnetzteil in zwei verschiedenen Leistungsklassen, ein Datenaustauschmodul mit oder ohne Display und 1 bis 6 Verstärkerkanäle mit digitaler Regelung in verschiedenen Leistungsklassen je nach Anwendung.

8.2 Systemgehäuse 84TE mit Netzteil

8.2.1 Funktion

Es gibt zwei 19 Zoll 84TE-Systemgehäuse mit unterschiedlicher Leistung und unterschiedlicher Gehäusetiefe. Diese beinhalten Weitbereichsnetzteile mit Power Faktor Regelung (PFC), die alle im System benötigten Hoch- und Niederspannungen zur Verfügung stellen. Auf der Rückseite befinden sich die Netzeingangsbuchse, die Sicherungslade mit 2 Sicherungen, der Netzhauptschalter sowie ein Netzeingangsfilter. Das kurze Gehäuse mit geringerer Leistung ist vorbereitet zur Aufnahme von max. 6 digitalen Piezoverstärkern EVD50 und einem Datenaustauschmodul mit oder ohne Display. Das tiefe Gehäuse mit großer Leistung kann maximal 3 digitale Piezoverstärker EVD300 und ein Datenaustauschmodul mit oder ohne Display aufnehmen. Die Verbindung der Module geschieht über eine Rückverdrahtungsleiterplatte.

8.2.2 Technische Daten Systemgehäuse mit Netzteil

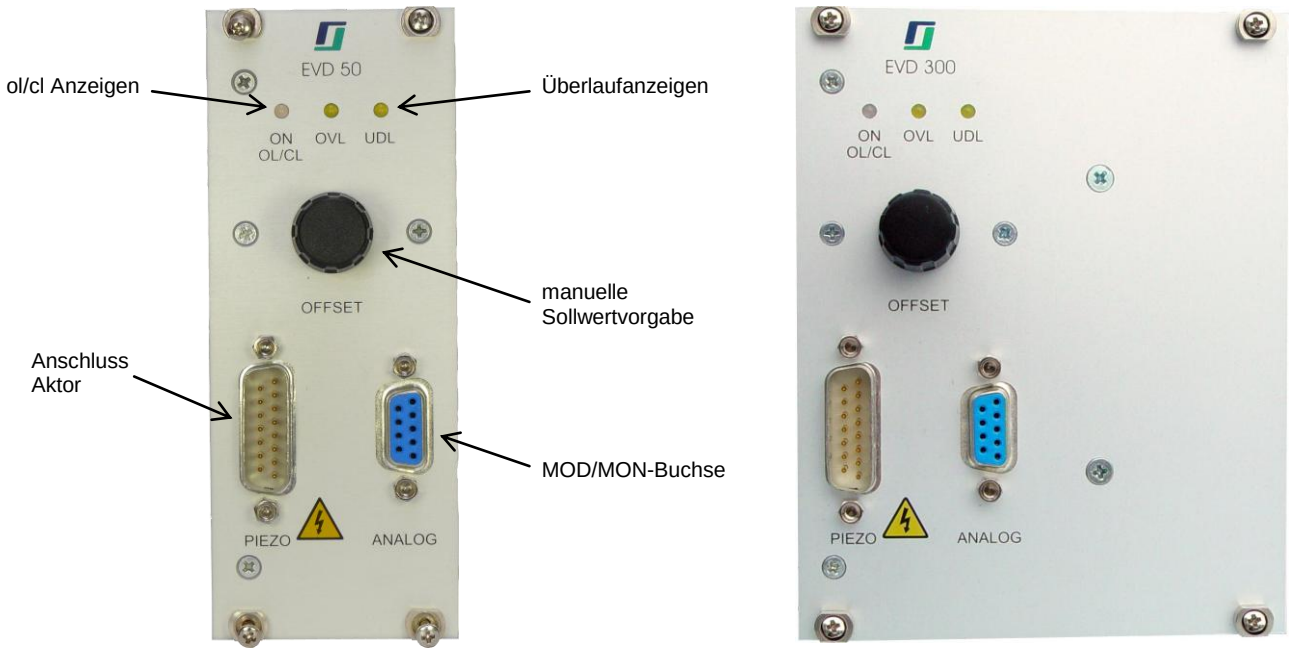
	84TE 315mm tief	84TE 375mm tief
Eingangsspannung:	100 - 240 VAC / 50 - 60 Hz	
Eingangsstrom:	typ. 0,9A @ 115V typ. 0,5A @ 230V	typ. 1,7A @ 115V typ. 1,0A @ 230V
Leistungsaufnahme:	typ. 120W	typ. 230W
Netzsicherung:	2x T6,3A / 250V 5x20mm	
Netzanschluss	IEC-60320 C13	
Ausgangsspannungen:	+145V / 300mA -30V / 300mA +15V / 500mA -15V / 500mA +5V / 2,2A	+145V / 450mA -30V / 450mA +15V / 500mA -15V / 500mA +5V / 2,2A
Maße (BxHxT) [mm]:	450 x 150 x 360	450 x 150 x 420
Gewicht [kg]:	4,8	7,3
Besonderheiten	aktive Kühlung	aktive Kühlung, Auto Power On

Tabelle 1: Technische Daten

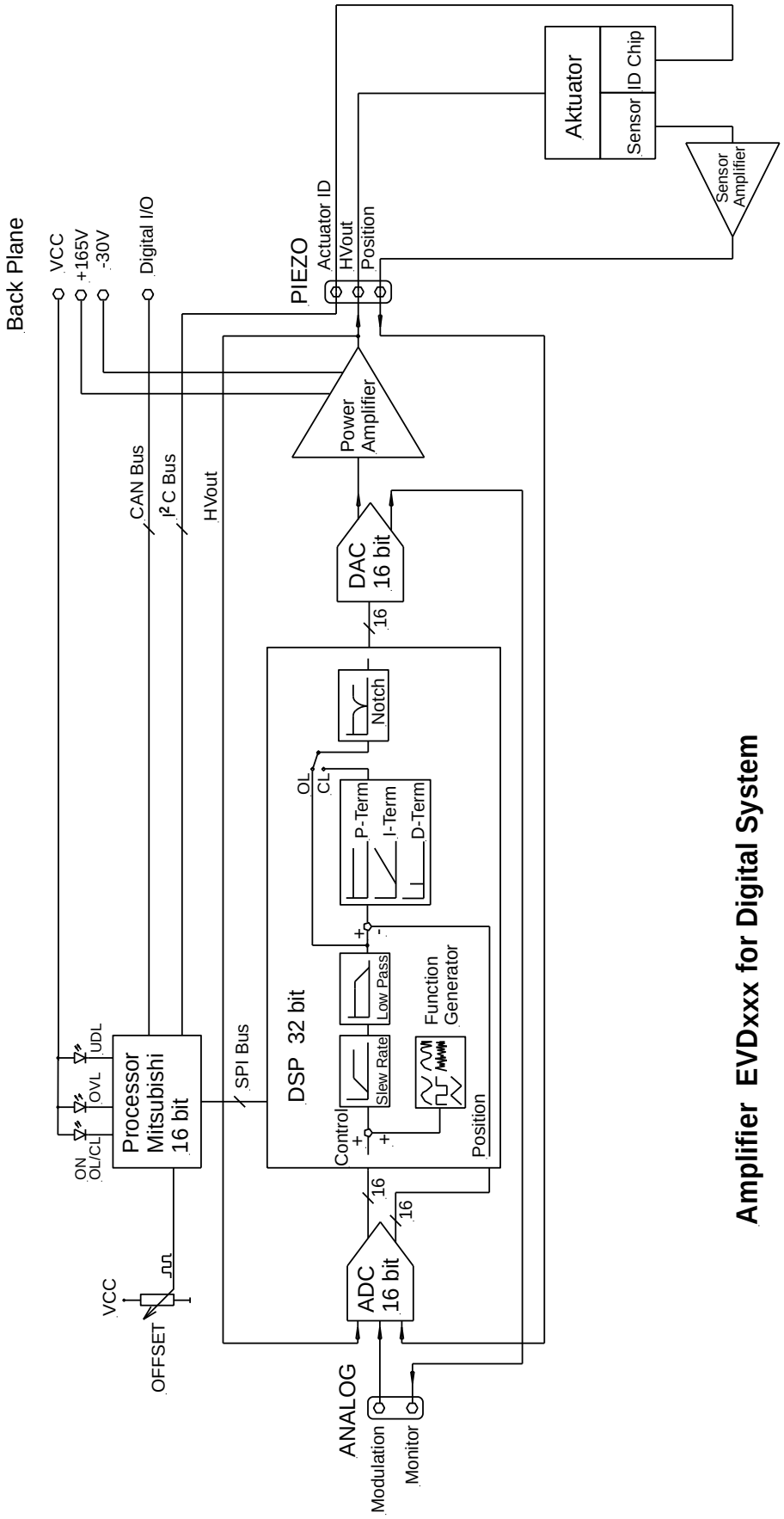
8.3 Verstärkermodule EVD50, EVD125, EVD300

8.3.1 Funktion

Der Spannungsverstärker EVDxxx ist für Niedervoltpiezoelemente konzipiert und wird als 19 Zoll Einschubmodul in 10TE (EVD50) bzw. 20TE Breite (EVD125, EVD300) gefertigt. Die Varianten EVD50, EVD125 und EVD300 unterscheiden sich im Ausgangsstrom. Der EVD50 kann 50mA Konstantstrom treiben, die Verstärker EVD125 und EVD300 entsprechend 125mA und 300mA. Es können Aktoren mit und ohne integriertem Messsystem betrieben werden (Serie D). Die Verstärkermodule bieten die Möglichkeit, das Piezoelement über einen analogen Modulationseingang „ANALOG“ oder digital über das Datenaustauschmodul (EDS) zu steuern. Mittels digitaler Sollwertvorgabe sind höchste Auflösung und Genauigkeiten erzielbar. Durch die hervorragende Restwelligkeit von kleiner 0,5mV$_{RMS}$ eignet sich der Verstärker besonders gut für Positionieraufgaben mit sub - nm Auflösung. Die Position des Aktors und Statusmeldungen werden auf dem grafischen Display des Datenaustauschmoduls EDS2 angezeigt. Ist das Gerät mit dem Interfacemodul EDS1 bestückt, kann über die RS232-Schnittstelle mit dem Kommando „stat *Enter*“ der Status der EDS und der vorhandenen EVDxxx abgefragt werden. Aktoren mit Messsystem werden durch den integrierten digitalen PID-Regler drift- und hysteresefrei positioniert. Als voll digital aufgebaute Einschubkassette wird eine schnelle Austauschbarkeit der Module und der Aktoren im anspruchsvollen Industrieeinsatz gewährleistet.



Im folgenden Blockschaltbild sind die Funktionsgruppen der Verstärkermodule dargestellt:



Der Sollwert für den Digitalregler setzt sich aus der Addition von analogem Modulationssignal, dem Digitalwert des OFFSET-Potentiometers und dem über den CAN-Bus vorgegebenen Digitalwert zusammen und stellt diesen Wert dem Digitalen Signal Prozessor (DSP) als Führungsgröße zur Verfügung. Die Anstiegsgeschwindigkeit kann wahlweise durch eine einstellbare „slew rate“ Begrenzung oder durch einen Tiefpassfilter 4. Ordnung auf das jeweilige Gesamtsystem optimal angepasst werden, d. h. Frequenzen, die das System in der Resonanz anregen könnten, werden schon vor der eigentlichen Regelung unterdrückt. Der Regler errechnet die Regelabweichung (err) zwischen Sollwert und dem Positionswert des Wegmesssystems.

err = soll – mess	soll = Sollwert mess = Positionswert des Messsystems

Der Proportional-Anteil (P-Term) verstärkt den Fehlerwert frequenzunabhängig und steuert damit das Stellglied so lange, bis sich der Positionswert dem vorgegebenen Sollwert angleicht:

yp = kp * err	kp = einstellbare Proportionalverstärkung yp = Ausgangsspannung des P-Anteiles

Typisch für das Verhalten eines reinen P-Reglers ist, dass er Positionsänderungen nicht vollständig ausregelt und somit eine bleibende Regelabweichung hinterlässt, die zur proportionalen Steuerung des Stellgliedes gebraucht wird.

Durch Überlagerung eines Integral – Anteiles entsteht ein PI-Regler. Gegenüber dem P-Regler wird die bleibende Regelabweichung beseitigt. Die charakteristische Kenngröße des I-Anteiles ist die Nachstellzeit ki. Das ist die Zeit, die der I-Anteil bei einer sprunghaften Änderung der Regelabweichung benötigt, um das Stellglied in die vorgegebene Position zu bringen. Die Eingabe großer Werte von ki ergeben kleine Nachstellzeiten und damit kürzere Regelzeiten.

yi = 1/ki * err *Ts	Ts = 1 / Samplefrequenz (50kHz) 1/ki * Ts = Nachstellzeit 1/ki = einstellbarer Faktor der Nachstellzeit yi = Ausgangsspannung des I-Anteiles

Um die Reaktionsgeschwindigkeit eines PI-Reglers zu erhöhen, kann ein D-Regler zugeschaltet werden. Der Differential-Anteil (D-Term) erzeugt ein Signal, das der Änderungsgeschwindigkeit des Fehlerwertes proportional ist, d. h. die Reaktionsstärke richtet sich nach der Geschwindigkeit der Regelabweichung. In der Praxis wirkt sich der D-Anteil als Verminderung der höherfrequenten Schwinganteile auf der Einschwingkurve aus.

yd = kd * 1/Ts * (err – err[n-1])	err[n-1] = Fehlerwert vorheriges Sample kd*1/Ts =1/ Vorhaltezeit kd = einstellbarer Faktor yd = Ausgangsspannung des D-Anteiles

Beim Einsatz eines D-Anteiles besteht jedoch die Gefahr, dass kleine durch stochastische Störungen (z.B. Rauschen) bedingte Änderungen der Regelabweichung eine zu starke Reaktion der Stellgröße hervorrufen.

Die Summe dieser drei Terme ergibt die Eigenschaften eines PID-Reglers. Das erzeugte Signal wird als Stellgröße der Endstufe zugeführt, welche den Piezoaktor steuert.

y = yp + yi + yd	y = Ausgangsspannung des PID-Reglers

Im ungeregelten Betrieb (open loop) wird der PID-Regler überbrückt, d.h. der Sollwert wird als Stellgröße ausgegeben.

Die Reaktionen der Reglerkomponenten sind in folgendem Diagramm dargestellt:

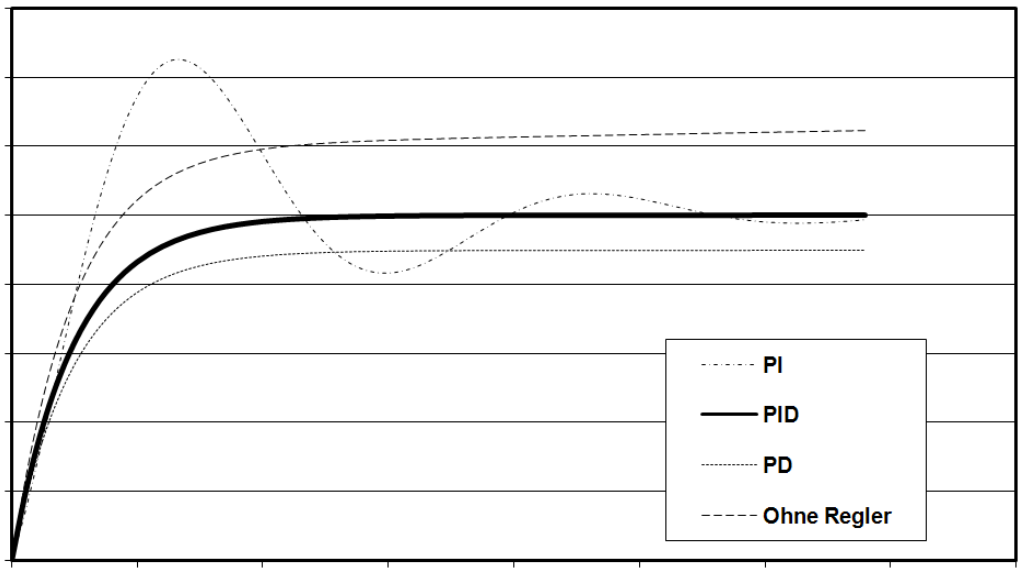


Abbildung 2: Übertragungsfunktion

Ein besonderes Feature ist ein Kerbfilter (notch filter), der direkt vor die Endstufe geschaltet werden kann. Dieser hat die Eigenschaft, die Hauptresonanzfrequenz des Gesamtsystems stark zu bedämpfen. Das bedeutet im geregelten Zustand, dass Störungen von außen den Regelkreis nicht zum Eigenschwingen bringen können. Im ungeregelten Betrieb wird die Frequenz ausgeblendet, die den Aktor zum Schwingen anregen könnte. Die Kerbfrequenz und die Bandbreite können frei eingestellt werden. Bei Verwendung des Kerbfilters kann ein erhöhtes Positionsrauschen auftreten. Die reglerspezifischen Kennwerte kp, ki, kd sowie die Anstiegsgeschwindigkeit und die Kerbfiltereigenschaften sind im ID-Chip des Aktors standardmäßig voreingestellt. Diese sind aber meist keine optimalen Einstellungen, da sich mit dem kundenspezifischen Anbau und zusätzlich aufgebrachten Massen die Charakteristik des Aktors ändert.

8.3.2 MOD/MON

Modulationseingang: MOD

Die Position des Aktors kann über diesen Eingang analog gesteuert werden. Das Modulationssignal muss im Bereich von 0 bis +10V liegen. Außerdem erfolgt eine Addition der an der SUB-D Buchse anliegenden Spannung mit der vom OFFSET-Potentiometer generierten Offsetspannung und dem digital vorgegebenen Sollwert. Bei Nichtbenutzung des analogen Modulationseingangs sollte dieser abgeschaltet werden (*modon,x,0* siehe 8.5.3 Befehlssatz). Externe Störungen und Einstreuungen können somit vermieden werden. Im Modus Funktionsgenerator ist der Modulationseingang permanent abgeschaltet.

Monitorausgang: MON

An diesem Ausgang können über ein Steuerkommando mit entsprechendem Parameter eine Vielzahl von Systemsignalen im Spannungsbereich von 0...+10V ausgegeben und z. B. über ein Oszilloskop kontrolliert werden. Das ist besonders bei dynamischer Ansteuerung empfehlenswert. Bitte beachten Sie den Innenwiderstand des Monitorausgangs!

MON	Monitorausgang (default = 0)	Umess[CL] Usoll Ustell Uerr Uerrabs Uout Umess[OL]	0 = Positionswert im geregelten Betrieb 1 = Sollwert 2 = Reglerausgangsspannung 3 = Regelabweichung mit Vorzeichen 4 = Betrag der Regelabweichung 5 = Aktorspannung 6 = Positionswert im ungeregelten Betrieb

Tabelle 4: Monitor

0; Umes[CL] Der Positionswert des Messsystems im geregelten Betrieb hängt vom jeweiligen Aktor ab, d.h. ein Aktor mit einem kalibrierten geregelten Hub von 80µm erzeugt an diesem Ausgang eine Spannung von 0...+10V (= 8µm/V bzw. 0,125V/µm).

1; Usoll Der Sollwert, der aus der Addition von Modulation, Offset und digitaler Vorgabe entsteht, wird 1:1 ausgegeben.

2; Ustell Die Reglerausgangsspannung (Steuerspannung für die Endstufe) wird 1:1 ausgegeben.

3; Uerr Die Regelabweichung mit Vorzeichen, d. h. der Vergleich zwischen Soll- und Positionswert kann positiv bzw. negativ sein.

Uerr = Usoll – Umess

Usoll = 0V...+10V
Umes = 0V...+10V
Uerr = -10V...+10V

Da nur Spannungen im Bereich von 0...+10V ausgegeben werden können, wird die Regelabweichung halbiert und um +5V angehoben. Die Regelabweichung kann wie folgt aus der gemessenen Monitorspannung rückgerechnet werden:

Uerr = (Umon – 5V) * 2

Uerr = -10V...+10V
Umon = 0V...+10V

Im ausgeregelten Fall liegen +5V an.
Bei maximalem positiven Fehler +10V (bei einem Sollwertsprung Usoll von 0 auf +10V) ist im Zeitpunkt t=0 Umess noch 0V -> Uerr = 10V -> Umon = +10V. Bei maximalem negativen Fehler 0V (bei einem Sollwertsprung Usoll von +10V auf 0V) ist im Zeitpunkt t=0 Umess noch 10V -> Uerr = -10V -> Umon = 0V.

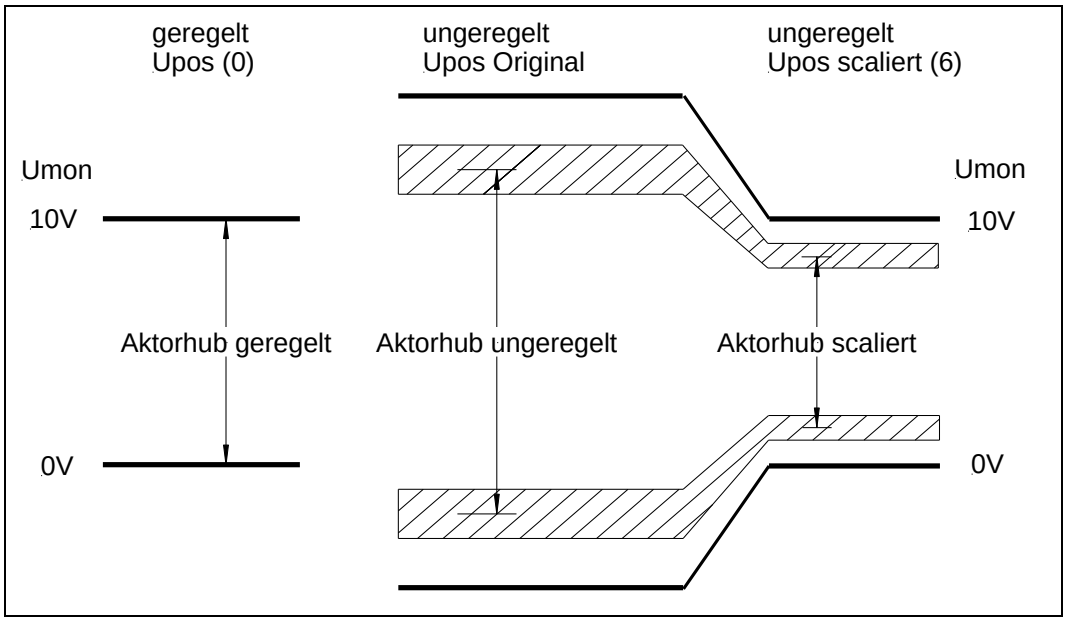
4; Uerrabs Der Betrag der Regelabweichung ist interessant für Kunden, die zeitgenau wissen wollen, wann eine bestimmte Schwelle der Regelabweichung unterschritten ist. +10V ist entweder der maximale positive oder der maximale negative Fehler. Bei 0V ist die Regelabweichung = 0

5; Uout Hier wird die direkt gemessene Aktorsteuerspannung (Ausgang Endstufe) ausgegeben. Diese ist im Gegensatz zur Reglerausgangsspannung im Punkt (2) (Eingang Endstufe) von der Dynamik der Endstufe und der Kapazität des Aktors abhängig. -20V...+130V entsprechen 0V...+10V Monitorspannung. Die Aktorspannung kann wie folgt aus der gemessenen Monitorspannung rückgerechnet werden:

Uaktor = (Umon * 15) – 20V

6; Umes[OL] Im Gegensatz zum geregelten Betrieb, wo der Nullpunkt der Aktordehnung auf den Positionswert = 0V kalibriert ist, liegt die minimale Dehnung im ungeregelten Betrieb (OL) unter 0V (siehe unten). Damit diese Position und die max. ungeregelte Dehnung im Bereich von 0...+10V dargestellt werden kann, wird der Positionswert halbiert und um +2,5V angehoben. Der ungeregelte Positionswert kann wie folgt aus der gemessenen Monitorspannung rückgerechnet werden:

Umes(OL) = (Umon – 2,5V) * 2



Werksseitig ist der Monitorausgang auf den *Positionswert des Messsystems im geregelten Betrieb* eingestellt (Pkt. 0).

8.3.3 Anschlussbelegungen

ANALOG: 9pol. SUB-D Buchse

Pin	Bezeichnung	Beschreibung
1	MON+	Monitorausgang 0 ... +10V
2	MON-	Signalmasse
4	MOD+	Modulationseingang 0 ... +10V
5	MOD-	Signalmasse
7	TRG+	Triggerausgang (low-aktiv)
8	TRG-	Digitalmasse für Trigger

Tabelle 3: Pinbelegung

PIEZO: 15pol. SUB-D Stecker

Pin	Bezeichnung	Beschreibung
1,2,11	AGND	Analogmasse
3	+15V *	Betriebsspannung Messsystem +15V
4,14	GND	Digitalmasse
5	SDA	I²C Bus SDA
6	5Veeprom *	Betriebsspannung ID-Chip
7	Vout2	Aktorsteuerspannung 2 +130 ... -20V für nanoX$_{TM}$
8	Vout	Aktorsteuerspannung -20 ... +130V
9	+MESS	Positionssignal -8 ... +8V
10	-15V *	Betriebsspannung Messsystem -15V
12	SCL	I²C Bus SCL
13	DETECT	Aktordetektor
15	Piezomasse	Aktormasse

Tabelle 5: Pinbelegung

[*] nicht für externen Gebrauch

Über diesen Stecker wird der Aktor angeschlossen. Es gehen gleichzeitig die Steuerspannung zum Piezoaktor, das vom integrierten Messsystem generierte Positionssignal zum digitalen Regler und die im ID-Chip des Aktors gespeicherten spezifischen Kennwerte seriell zum Steuerprozessor. Wichtig ist, dass die Verriegelungsschrauben der SUB-D Griffschale an der Frontplatte angeschraubt sind. Sowohl die gefährlichen Spannungen als auch die übrigen Versorgungsspannungen werden nur bei angestecktem Aktorstecker freigeschalten. Bei abgezogenem Steckverbinder werden die gefährlichen Spannungen durch ein Sicherheitsrelais von der Quelle getrennt.

8.3.4 Technische Daten EVDxxx

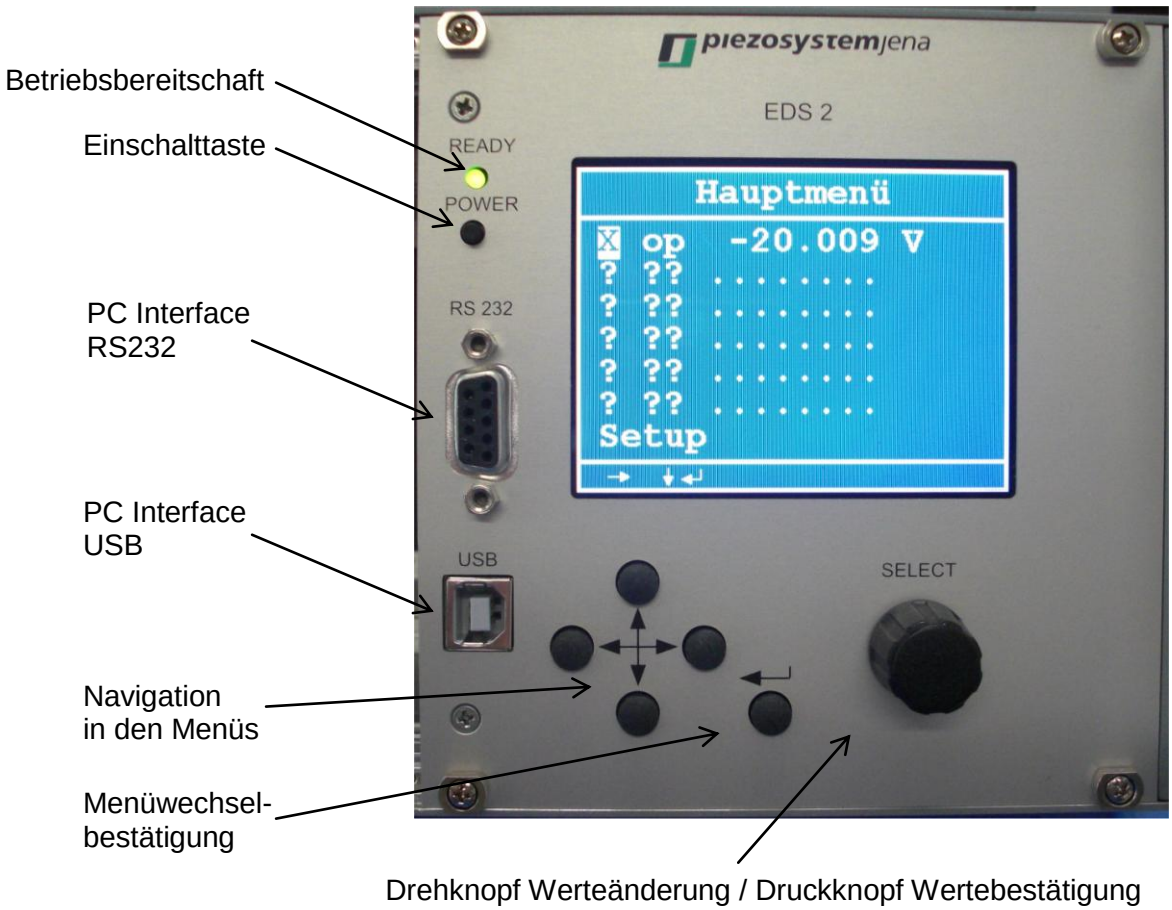
	EVD50	EVD125	EVD300
Ausgangsleistung:	7,5W (max. 15W für nanoX™ Aktoren)	16W (max. 32W für nanoX™ Aktoren)	40W
Ausgangsspannungen:	-20V...+130V +130V...-20V für nanoX™ Aktoren		
Ausgangsstrom (Konstantstrom):	50mA permanent (2x 50mA für nanoX)	125mA permanent (2x 125mA für nanoX)	300mA permanent (2x 150mA für nanoX)
Ausgangsspannungsrauschen:	<0,3mV$_{RMS}$ @ 500Hz	<0,5mV$_{RMS}$ @ 500Hz	
Aktor- / Messsystemstecker „PIEZO“:	15pol. SUB-D Stecker		
Monitorausgang:	0 ... +10V (Signalquelle programmierbar)		
Ausgangsimpedanz:	50Ω		
Modulationseingang:	0 ... +10V (abschaltbar)		
Eingangsimpedanz:	25kΩ		
Triggerausgang (low-aktiv)	5V/0V mit pull-up-Drainwiderstand 240Ω		
Mod.-Mon. Buchse „ANALOG“:	9pol. SUB-D Buchse		
Offsetspannung:	-20V ... +130V über Offset-Potentiometer		
Überlastungsschutz:	kurzschlussfest, Temperatursicherung		
Schutzschaltung	4 Schutzsicherungen F50mA / 250V 5x20mm (Eingriff nur durch autorisiertes Servicepersonal)		
Anzeigen (LED):	grün = betriebsbereit / open loop gelb = closed loop OVL (gelb) = Overload UDL (gelb) = Underload		
Masse (H B T):	3HE 10TE	3 HE 20TE	3HE 20TE
Gewicht:	0,35kg	0,9kg	1,03kg

Tabelle 2: Technische Daten

8.4 Interfacemodul EDS1, EDS2

8.4.1 Funktion

Das Datenaustauschmodul stellt zum einen die Kommunikation zwischen den Komponenten der Piezoverstärker und dem Kunden her, zum anderen zeigt es die wichtigsten Statusmeldungen und momentanen Kennwerte des Systems auf einem grafischen TFT-Display an. Einige ausgewählte Parameter können über die Eingabeelemente an der Frontplatte geändert werden. Im Unterschied zur EDS2 hat die EDS1 kein Display und keine Bedientasten. Die Kommunikation und Steuerung erfolgt ausschließlich über die RS232 - bzw. USB 1.1 - Schnittstelle.
Die Kommunikationskommandos sind gleich denen der EDS2. Zur komfortablen Auswertung und Änderung aller Parameter wird empfohlen, die serielle Schnittstelle in Verbindung mit einem PC oder Laptop zu nutzen. Der umfangreiche Befehlssatz ist in Punkt 8.5.3 erläutert.



Mit der POWER-Einschalttaste wird das Gerät eingeschaltet. Durch Druck länger als 2 Sek. schaltet das Gerät ab. Die Betriebsbereitschaft wird durch die grüne READY LED angezeigt. Das PC-Interface RS232 bzw. USB stellt die Verbindung zu einem PC bzw. Laptop her. Die Navigation durch die Menüs erfolgt mit den Cursortasten. Durch Bestätigen mit der ENTER Taste erfolgt der Sprung ins jeweilige Menü. Auf den Eingabepositionen kann mit Hilfe des kombinierten Dreh-/Druckknopfes der Wert durch Drehen nach links oder rechts inkrementiert bzw. dekrementiert werden (Stern vor dem Wert zeigt eine Werteänderung an). Durch Druck auf den Knopf wird der Eingabewert übernommen (Stern vor dem Wert erlischt). Wird ohne Wertebestätigung das Menü verlassen, werden die vorherigen Werte wieder hergestellt.

8.4.2 Menüführung EDS2

Folgende Menüs sind aufrufbar:

Hauptmenü		
X	op	xxx.xxx V
Y	cl	xxx.xxx µm
Z	op	xxx.xxx V
Setup		

X,Y,Z = Aktorname (X = Kanal 0 (1.Einschub v.l.))
op/cl = open loop / closed loop
xxx.xxx = bei „op“ Aktorspannung in V
bei „cl“ Dehnung in µm

Setup	
Sprache	Deutsch
Baudrate	115200
Helligkeit	10
Zurück	

Deutsch / English
9600/38400/57600/115200
0...10 Helligkeit des TFT-Displays

Stellt man den Cursor mit den Cursortasten auf den Aktornamen und bestätigt mit ENTER, gelangt man in das Auswahlmenü des angewählten Kanals. Von dort aus kommt man in die speziellen Untermenüs:

Auswahlmenü [Kanal]
Funktionsgenerator
Anstieg / Filter
Digitalregler
Analog I/O
Information
Zurück

Fkt. Generator [Kanal]		
Funktion	Sinus	Sinus/Dreieck/Rechteck/Rauschen/Wobbeln
Status	ein	aus/ein
Amp. [%]	1.000	0.000...100.000
Off. [%]	0.000	0.000...100.000
Freq. [Hz]	1.0	0.1...9999.9
Sym. [%]	1.0	0.1...99.9
Zurück		

Anstieg/Filter [Kanal]		
Ans.[V/ms]	0.2	0.1...100.0
Filtertyp	notch	notch / Tiefpass
Status	ein	ein / aus
Freq. [Hz]	200	0...20000
Bandb. [Hz]	100	0...20000
Zurück		

Digitalregler	[Kanal]	
KP	0.00000	0...999.00000
KI	50.00000	0...999.00000
KD	0.00020	0...999.00000
Zurück		

Analog I/O	[Kanal]	
Monitor	Umes/CL	Umes[CL] / Usoll / Ustell / Uerr / Uerrabs / Uout / Umes[OL]
Modul.	ein	ein /aus
Zurück		

Information	[Kanal]
Aktor	PX200CAP
Messsystem	CAP
Ser.Nr.Akt.	64070
zurück	

Im Informationsmenü können keine Werte geändert werden.

Die Auswahl „zurück“ springt von jedem Untermenü aus ins Hauptmenü.

Ein Stern vor dem Wert zeigt eine Werteänderung an. Durch Druck auf den Knopf wird der Eingabewert übernommen (Stern vor dem Wert erlischt). Wird ohne Wertebestätigung das Menü verlassen, werden die vorherigen Werte wieder hergestellt.

8.4.3 Anschlussbelegungen

RS232: 9pol. SUB-D Buchse

Pin	Bezeichnung	Beschreibung
2	TxD	RS232 Sender
3	RxD	RS232 Empfänger
5	GND	RS232 Masse

Tabelle 7: Pinbelegung

USB 1.1: Stecker Serie A

Pin	Bezeichnung	Beschreibung
1	VCC	Betriebsspannung +5V
2	D-	Daten -
3	D+	Daten +
4	GND	Betriebsspannungsmasse

Tabelle 8: Pinbelegung

8.4.4 Technische Daten EDSx

	EDS1	EDS2
Leistungsaufnahme:	max. 0,9W	max. 1,2W
Betriebsspannung/-strom:	+5V / max. 180mA	+5V / max. 230mA
Schnittstellen:	RS232 USB 1.1 CAN-Bus (intern benutzt)	
RS232 Baudrate:	115200 Baud	
RS232 Buchse:	9pol. SUB-D Buchse	
CAN Baudrate:	1MBaud	
Display:	• ohne Display • Ready LED grün	• vollfarbiges TFT-Display (320x240 dots) mit weißer Hintergrundbeleuchtung • Ready LED grün
Bedienelemente:	• Standby/Power Taste • Reset Taste	• Standby/Power Taste • Cursor Tasten zur Menüwahl • inkrement. Drehgeber zur Werteeingabe • Reset Taste
Masse (H B T):	3HE 24TE 160mm	
Gewicht:	0,2kg	0,3kg

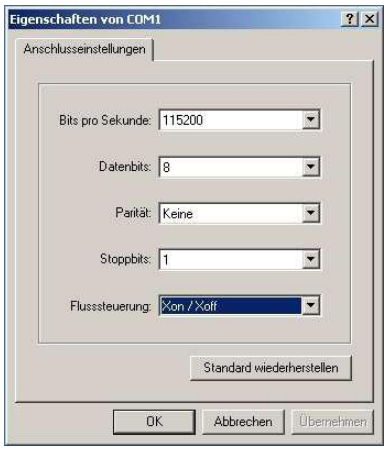
Tabelle 9: Technische Daten

8.5 Kommunikation und Befehlssatz

8.5.1 Kommunikation RS232

Die Kommunikation mit dem Digitalsystem kann über den PC mit Hilfe eines beliebigen Terminalprogramms (unter Windows XP z.B. Hyperterminal „hypertrm.exe“) hergestellt werden.

Notwendig ist ein serielles Verbindungskabel 1:1 (mitgeliefert) zwischen der COM Schnittstelle des PC und der EDS. Die Eigenschaften der Verbindung sind wie folgt einzustellen:



115200 Baud, 8 Bit, keine Parität, 1 Stoppbit, Xon/Xoff-Protokoll

Die Befehlseingabe und die Rückmeldungen erfolgen im ASCII-Code, sind also einfach einzugeben bzw. zu lesen.

8.5.2 Anleitung und Treiberinstallation für USB-Interface

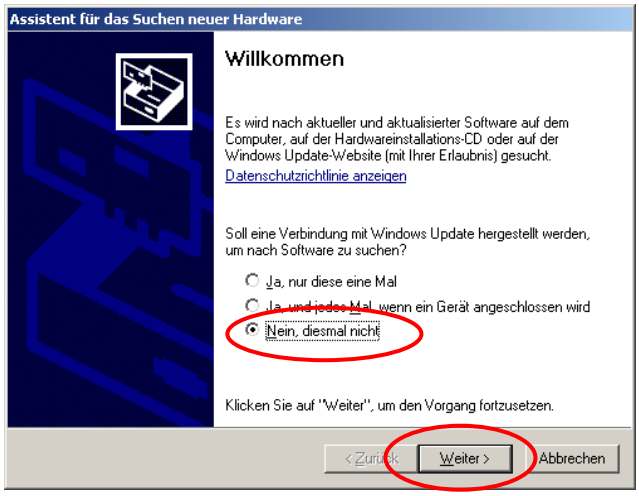
Grundlage:

Zum Betrieb des Gerätes werden zwei Treiber benötigt, ein Treiber stellt die USB-Verbindung zwischen Digitalsystem und PC her, der zweite Treiber ermöglicht dem Anwender den einfachen Zugriff auf das Gerät über eine serielle (COM) Schnittstelle.

Treiberinstallation:

Zuerst bitte den Bus-Treiber *FTDIBUS.inf* installieren, danach den COM-Port-Treiber *FTDIPORT.inf* installieren. Das folgende Beispiel zeigt die Installation unter Windows XP:

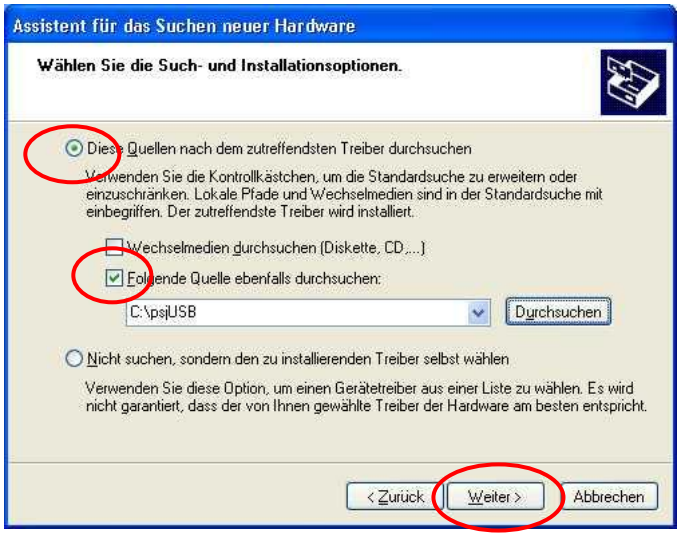
Zunächst sind PC und Digitalsystem über das mitgelieferte USB-Kabel zu verbinden und einzuschalten.


Assistent für das Suchen neuer Hardware
Willkommen
Es wird nach aktueller und aktualisierter Software auf dem Computer, auf der Hardwareinstallations-CD oder auf der Windows Update-Website (mit Ihrer Erlaubnis) gesucht.
Datenschutzrichtlinie anzeigen
Soll eine Verbindung mit Windows Update hergestellt werden, um nach Software zu suchen?
Ja, nur diese eine Mal
Ja, und jedes Mal, wenn ein Gerät angeschlossen wird
Nein, diesmal nicht
Klicken Sie auf "Weiter", um den Vorgang fortzusetzen.
< Zurück
Weiter >
Abbrechen

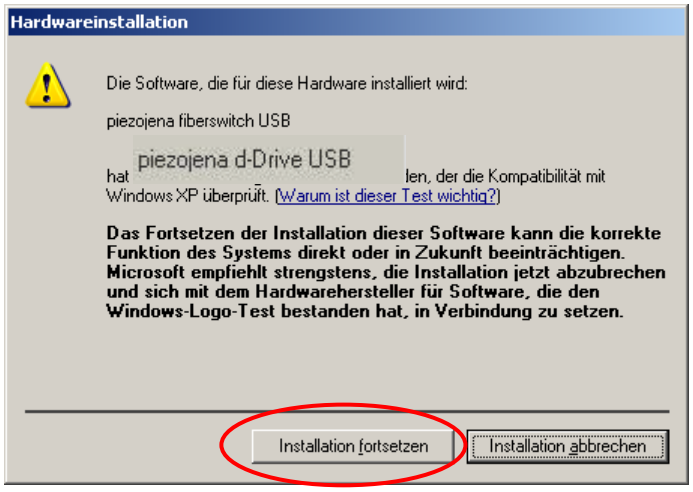
Assistent für das Suchen neuer Hardware
Mit diesem Assistenten können Sie Software für die folgende Hardwarekomponente installieren:
piezojena d-Drive USB
Falls die Hardwarekomponente mit einer CD oder Diskette geliefert wurde, legen Sie diese jetzt ein.
Wie möchten Sie vorgehen?
Software automatisch installieren (empfohlen)
Software von einer Liste oder bestimmten Quelle installieren (für fortgeschrittene Benutzer)
Klicken Sie auf "Weiter", um den Vorgang fortzusetzen.
< Zurück
Weiter >
Abbrechen

Das Gerät wird erkannt.

Die Quelle bitte selbst angeben.


Assistent für das Suchen neuer Hardware
Wählen Sie die Such- und Installationsoptionen.
Diese Quellen nach dem zutreffendsten Treiber durchsuchen
Verwenden Sie die Kontrollkästchen, um die Standardsuche zu erweitern oder einzuschränken. Lokale Pfade und Wechselmedien sind in der Standardsuche mit einbegriffen. Der zutreffendste Treiber wird installiert.
Wechselmedien durchsuchen (Diskette, CD,...)
Folgende Quelle ebenfalls durchsuchen:
C:\psjUSB
Durchsuchen
Nicht suchen, sondern den zu installierenden Treiber selbst wählen
Verwenden Sie diese Option, um einen Gerätetreiber aus einer Liste zu wählen. Es wird nicht garantiert, dass der von Ihnen gewählte Treiber der Hardware am besten entspricht.
< Zurück
Weiter >
Abbrechen

Den extrahierten Ordner „\psjUSB“ auswählen (z.B. C:\psjUSB).

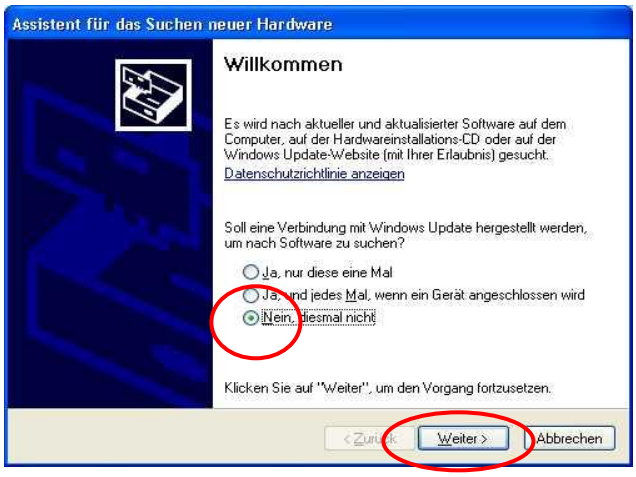

Hardwareinstallation
Die Software, die für diese Hardware installiert wird:
piezojena fiberswitch USB
piezojena d-Drive USB
hat
len, der die Kompatibilität mit Windows XP überprüft. (Warum ist dieser Test wichtig?)
Das Fortsetzen der Installation dieser Software kann die korrekte Funktion des Systems direkt oder in Zukunft beeinträchtigen. Microsoft empfiehlt strengstens, die Installation jetzt abzubrechen und sich mit dem Hardwarehersteller für Software, die den Windows-Logo-Test bestanden hat, in Verbindung zu setzen.
Installation fortsetzen
Installation abbrechen

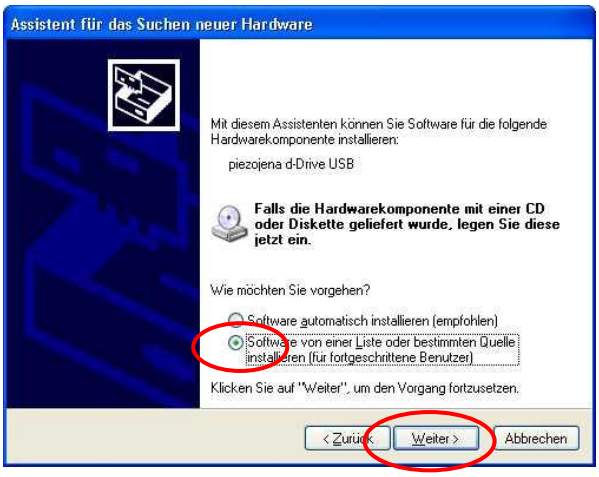
Der Windows-Logo-Test ist für diese Anwendung nicht relevant, bitte *Installation fortsetzen* drücken.

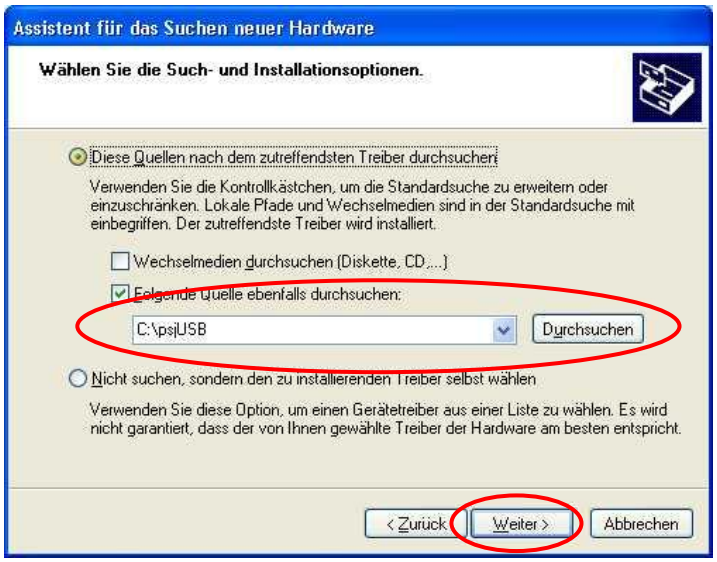
Assistent für das Suchen neuer Hardware
Fertigstellen des Assistenten
Die Software für die folgende Hardware wurde installiert:
piezojena d-Drive USB
Klicken Sie auf "Fertig stellen", um den Vorgang abzuschließen.
< Zurück
Fertig stellen
Abbrechen

Der USB-Treiber ist installiert.

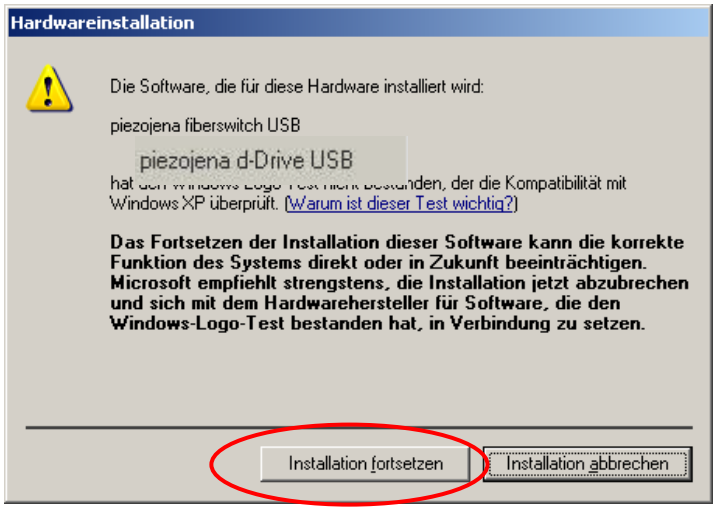
Der zweite Treiber wird installiert (COM-Port), gleiches Vorgehen wie oben:


Assistent für das Suchen neuer Hardware
Willkommen
Es wird nach aktueller und aktualisierter Software auf dem Computer, auf der Hardwareinstallations-CD oder auf der Windows Update-Website (mit Ihrer Erlaubnis) gesucht.
Datenschutzrichtlinie anzeigen
Soll eine Verbindung mit Windows Update hergestellt werden, um nach Software zu suchen?
Ja, nur diese eine Mal
Ja, und jedes Mal, wenn ein Gerät angeschlossen wird
Nein, diesmal nicht
Klicken Sie auf "Weiter", um den Vorgang fortzusetzen.
< Zurück
Weiter >
Abbrechen


Assistent für das Suchen neuer Hardware
Mit diesem Assistenten können Sie Software für die folgende Hardwarekomponente installieren:
piezojena d-Drive USB
Falls die Hardwarekomponente mit einer CD oder Diskette geliefert wurde, legen Sie diese jetzt ein.
Wie möchten Sie vorgehen?
Software automatisch installieren (empfohlen)
Software von einer Liste oder bestimmten Quelle installieren (für fortgeschrittene Benutzer)
Klicken Sie auf "Weiter", um den Vorgang fortzusetzen.
< Zurück
Weiter >
Abbrechen


Assistent für das Suchen neuer Hardware
Wählen Sie die Such- und Installationsoptionen.
Diese Quellen nach dem zutreffendsten Treiber durchsuchen
Verwenden Sie die Kontrollkästchen, um die Standardsuche zu erweitern oder einzuschränken. Lokale Pfade und Wechselmedien sind in der Standardsuche mit einbegriffen. Der zutreffendste Treiber wird installiert.
Wechselmedien durchsuchen (Diskette, CD,...)
Folgende Quelle ebenfalls durchsuchen:
C:\psjUSB
Durchsuchen
Nicht suchen, sondern den zu installierenden Treiber selbst wählen
Verwenden Sie diese Option, um einen Gerätetreiber aus einer Liste zu wählen. Es wird nicht garantiert, dass der von Ihnen gewählte Treiber der Hardware am besten entspricht.
< Zurück
Weiter >
Abbrechen

Den Ordner „psjUSB“ auswählen.


Hardwareinstallation
Die Software, die für diese Hardware installiert wird:
piezojena fiberswitch USB
piezojena d-Drive USB
Windows XP überprüft. (Warum ist dieser Test wichtig?)
Das Fortsetzen der Installation dieser Software kann die korrekte Funktion des Systems direkt oder in Zukunft beeinträchtigen. Microsoft empfiehlt strengstens, die Installation jetzt abzubrechen und sich mit dem Hardwarehersteller für Software, die den Windows-Logo-Test bestanden hat, in Verbindung zu setzen.
Installation fortsetzen
Installation abbrechen

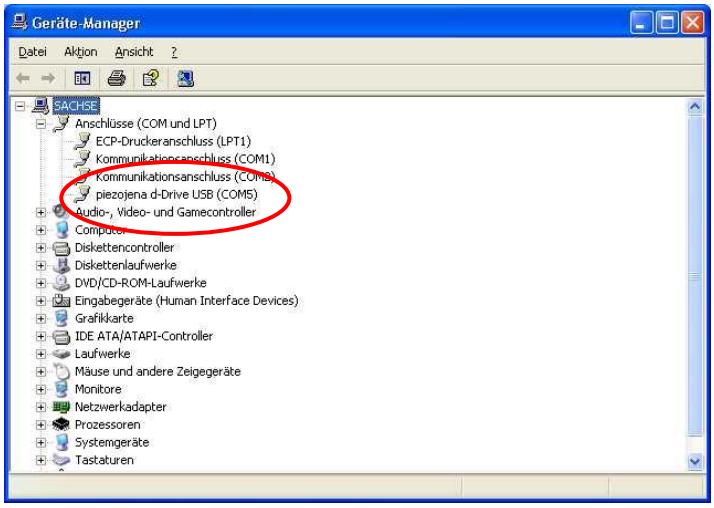
Der Windows-Logo-Test ist für dies Anwendung nicht relevant, Installation fortsetzen.
Der COM-Port-Treiber wird nun installiert.

Assistent für das Suchen neuer Hardware
Fertigstellen des Assistenten
Die Software für die folgende Hardware wurde installiert:
piezojena d-Drive USB
Klicken Sie auf "Fertig stellen", um den Vorgang abzuschließen.
< Zurück
Fertig stellen
Abbrechen

Der COM-Port-Treiber ist jetzt installiert. → Die Treiberinstallation ist abgeschlossen.

Um die Steuerung des Digitalsystems über ein Terminalprogramm zu gewährleisten, muss die COM-Schnittstelle bestimmt bzw. festgelegt werden.

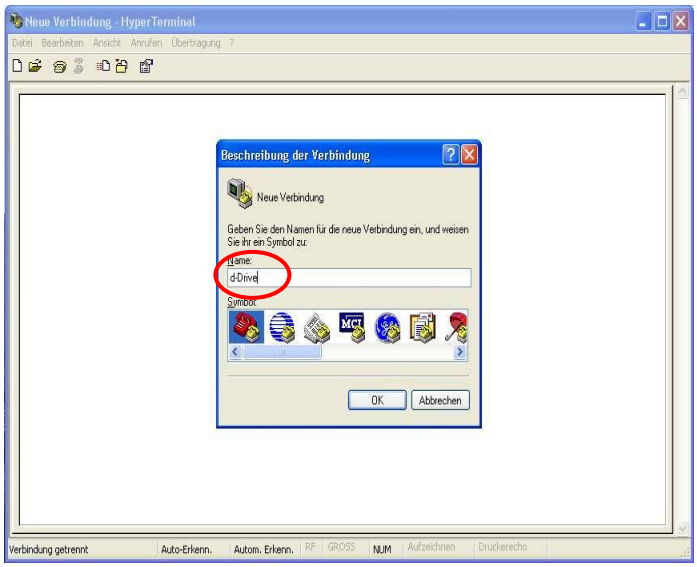
Im „Gerätemanager“ unter „Anschlüsse“ muss das Digitalsystem d-Drive aufgeführt sein:



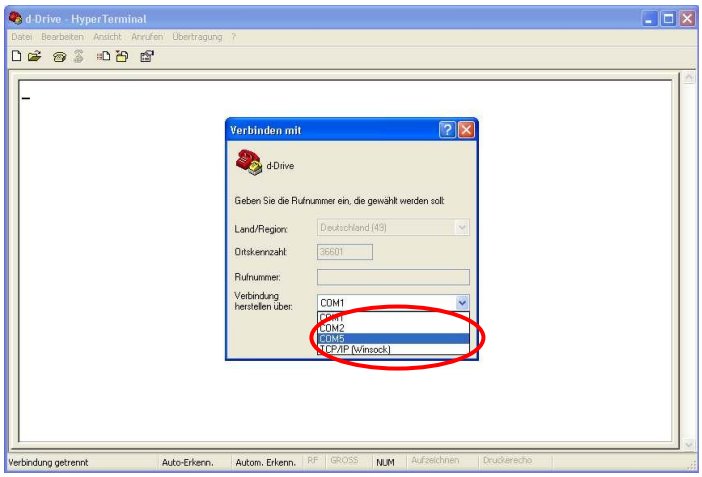
Ein Rechtsklick auf „piezojena...“ ermöglicht unter „Eigenschaften“ die Einstellung verschiedener Parameter (normalerweise nicht erforderlich).

Das angeschlossenen Digitalsystem ist also ***auf diesem Rechner*** über „COM5“ anzusteuern.

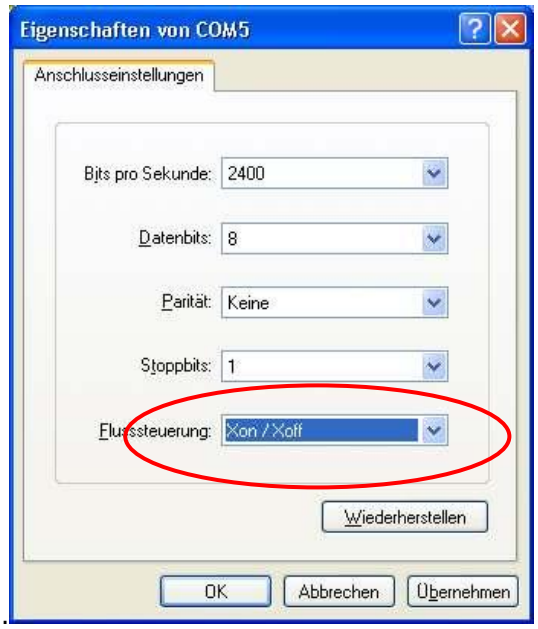
Einrichten des Terminalprogramms (Hyper Terminal):



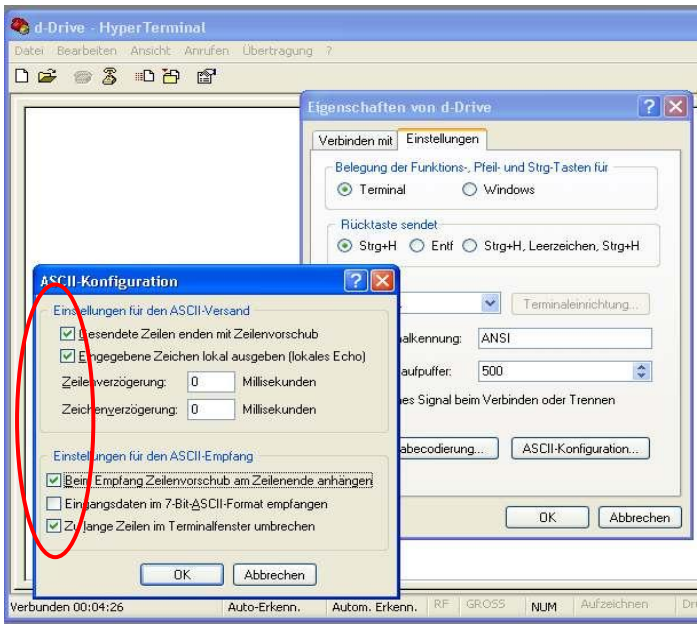
Verbindung benennen (z.B. „dDrive“)



Bitte den entsprechenden COM-Port auswählen.

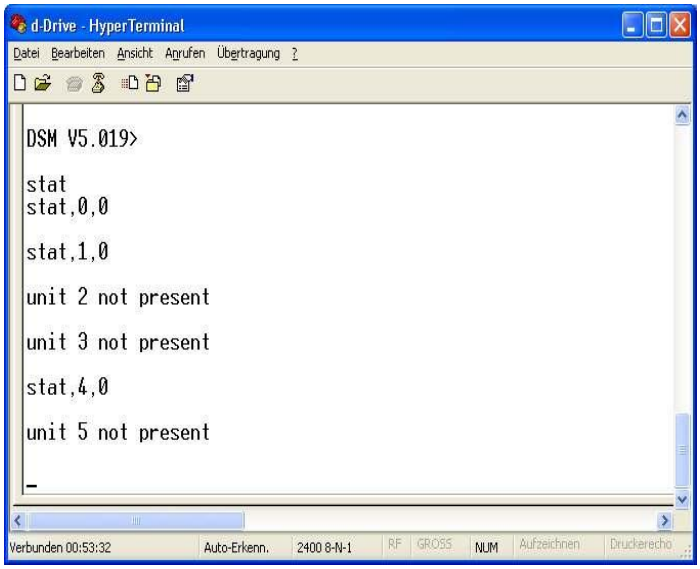


Die Baudrate ist egal, es wird mit USB1.1 Geschwindigkeit übertragen.
Wichtig sind: 8 Datenbits, keine Parität, 1 Stoppbit, Software-Handshake (Xon/Xoff).



Für bessere Bedienbarkeit diese Haken setzen. → Fertig

Beispiel: Bedienung über das Hyper Terminal:



Oben ist der Prompt des Digitalsystems als Bestätigung auf *Enter* zu sehen. Darunter die Antwort auf den Befehl „stat“.

8.5.3 Befehlssatz

Globale Befehle: <Befehl> *Enter*

Befehl	Beschreibung
s	zeigt alle verfügbaren Befehle an
stat	zeigt den Status aller Verstärkermodule an
dprpon	schaltet die zyklische Ausgabe der aktuellen Positionswerte aller Aktoren ein *[1]
dprpof	schaltet die zyklische Ausgabe der aktuellen Positionswerte aller Aktoren aus
dprson	schaltet die automatische Ausgabe des Status bei Statusänderung eines der Verstäkerkanäle ein
dprsof	schaltet die automatische Ausgabe des Status bei Statusänderung eines der Verstäkerkanäle aus

Tabelle 10a: Globale Befehle

Verstärkerkanal bezogene Befehle:

<Befehl>,<Verstärkerkanal>,<Wert> *Enter* <Verstärkerkanal> = 0...5 (v.l.n.r.)

<Befehl>,<Verstärkerkanal> *Enter* ohne Werteingabe gibt den aktuell eingestellten Wert aus.

Befehl	Beschreibung	Wertebereich
stat	Statusabfrage	Register (siehe Tabelle 11)
mess	Positionswertabfrage *[1]	[µm]
ktemp	Temperaturabfrage Verstärker	[°C]
rohm	Betriebszeit des Aktors seit Auslieferung	[min]
rgver	gibt die Versionsnummer des Digitalreglers aus	N
fan	schaltet Lüfter ein/aus	0 = aus 1 =eingeschaltet
setf	schaltet das Ausgabeformat für den Messwert (mess) um	0= drei Nachkommastellen 1= wissenschaftliches Format
setg	schaltet das Ausgabeformat für alle Gleitkommazahlen (außer mess) um	0= drei Nachkommastellen 1= wissenschaftliches Format
fenable	Aktorformatierung (Softstart) nach dem Einschalten aktivieren	0= Aktorformatierung deaktiviert 1= Aktorformatierung aktiv
fbreak	Abbruch der Aktorformatierung	-
set	Wertevorgabe: Aktorspannung (ol) Dehnung (cl)	-20...130.000 [V] 0...xxx.xxx [µm] (Maximalhub des Aktors)
sr	Anstiegsgeschwindigkeit der Sollwertes (slew rate)	0.0000002...500.0 [V/ms], bezogen auf Modulationsspannung (0...10V)
modon	Modulationseingang ein- / ausschalten	0 = ausgeschaltet 1 = eingeschaltet
monsrc	Monitorausgang (0 = default)	0 = Positionswert im geregelten Betrieb 1 = Sollwert

		2= Reglerausgangsspannung 3 = Regelabweichung mit Vorzeichen 4 = Betrag der Regelabweichung 5 = Aktorspannung 6 = Positionswert im ungeregelten Betrieb
cl	ungeregelt / geregelt (open loop / closed loop)	0 = ungeregelt 1 = geregelt
kp	Proportional Anteil	0...999.0
ki	Integral Anteil	0...999.0
kd	Differential Anteil	0...999.0
sstd	Stellt Standardwerte des Reglers wieder her	------
notchon	Kerbfilter ein- / ausschalten	0 = ausgeschaltet 1 = eingeschaltet
notchf	Kerbfilter Kerbfrequenz	0...20000 [Hz]
notchb	Bandbreite (-3dB)	0...20000 (max. 2 * notch_fr) [Hz]
lpon	Tiefpassfilter ein- / ausschalten	0 = ausgeschaltet 1 = eingeschaltet
lpf	Tiefpass Schnittfrequenz	1...20000 [Hz]
gfkt	interner Frequenzgenerator (siehe auch Tabelle 12)	0 = ausgeschaltet 1 = Sinus 2 = Dreieck 3 = Rechteck 4 = Rauschen 5 = Wobbeln
gasin	Gen. Amplitude Sinus	0...100 [%]
gosin	Gen. Offset Sinus	0...100 [%]
gfsin	Gen. Frequenz Sinus	0.1...9999.9 [Hz]
gatri	Gen. Amplitude Dreieck	0...100 [%]
gotri	Gen. Offset Dreieck	0...100 [%]
gftri	Gen. Frequenz Dreieck	0.1...9999.9 [Hz]
gstri	Gen. Symmetrie Dreieck	0.1...99.9 [%] default = 50.0 %
garec	Gen. Amplitude Rechteck	0...100 [%]
gorec	Gen. Offset Rechteck	0...100 [%]
gfrec	Gen. Frequenz Rechteck	0.1...9999.9 [Hz]
gsrec	Gen. Symmetrie Rechteck	0.1...99.9 [%] default = 50.0 %
ganoi	Gen. Amplitude Rauschen	0...100 [%]
gonoi	Gen. Offset Rauschen	0...100 [%]
gaswe	Gen. Amplitude Wobbeln	0...100 [%]
goswe	Gen. Offset Wobbeln	0...100 [%]
gtswe	Gen. Wobbelzeit	0.4...800 [s]
sct	Scan Typ	0=Scanfunktion aus 1=Sinusscan 2=Dreieckscan
ss	Start Scan	ohne Parameter: Abfrage Scanstatus 1= startet scan

trgss	Triggererzeugung Wegposition Start	> 0,2% des Maximalhubes des Aktors [µm] oder [mrad] bis < Maximalhub minus 0,2% des Maximalhubes des Aktors [µm] oder [mrad]
trgse	Triggererzeugung Wegposition Ende	> 0,2% des Maximalhubes des Aktors [µm] oder [mrad] bis < Maximalhub minus 0,2% des Maximalhubes des Aktors [µm] oder [mrad] jedoch größer als „Wegposition Start“
trgsi	Triggererzeugung Wegintervalle	Triggerintervalle in [µm] oder [mrad] größer 0,05% des Wegbereiches CL
trglen	Länge der Triggerimpulse	n*20µs n=1...255
trgedge	Triggererzeugung Flanke	0= Triggererzeugung aus 1= Trigger nur auf steigender Flanke 2= Trigger nur auf fallender Flanke 3= Trigger auf beiden Flanken
bright	Helligkeit des TFT-Displays	0 – Display aus .. 10 – Display-Helligkeit maximal

Tabelle 10b: Kanal bezogene Befehle

Note *[1]: Die Einschübe EVDxxx senden alle 500ms einen aktuellen Messwert an die EDSx. Dieser Wert wird über das Display und die Schnittstelle ausgegeben. Ein häufigeres Abfragen dieses Wertes ändert die Aktualisierungsrate nicht. Bei Bewegungen des Aktors über dieser Frequenz kommt es zu Alias-Effekten, d.h. die ausgegebenen Werte zeigen nicht mehr den realen Signalverlauf.

Beispiele einiger Kommandos:

Ein Aktor mit 80µm Dehnung im geregelten Betrieb soll mit Rechteckfrequenz eine Sprungfunktion im geregelten Betrieb von 20µm auf 50µm ausführen. Der Aktor steckt am Verstärkerkanal 2 --> Pos. 3 v.l.. Dabei soll er 50ms auf 20µm und 150ms auf 50µm verharren. Die Reaktion des Messsystems soll am Monitorausgang sichtbar gemacht werden.

Befehle:

- cl,2,1 Enter	Regelung Verstärker 2 einschalten
- gfkt,2,3 Enter	Frequenzgenerator auf Rechteck
- gfrec,2,5 Enter	Rechteckfrequenz = 1 / (50ms+150ms) = 5 Hz
- garec,2,37.5 Enter	Rechteckamplitude = (50µm – 20µm) / 80µm * 100 % = 37.5 %
- gorec,2,25 Enter	Rechteckamplitudenoffset = 20µm / 80µm * 100 % = 25 %
- gsrec,2,25 Enter	Symmetrie des Rechteckes = 50ms / (50ms + 150ms) * 100% = 25%
- monsrc,2,0 Enter	Monitorbuchse auf Positionswert setzen

8.5.4 Statusregister

Das Statusregister ist ein 16bit Register, wobei die einzelnen Bits die verschiedenen Einstellungen des Verstäkerkanals bzw. Aktors beschreiben. Abgefragt wird dieses Register mit dem ***stat*** Befehl. Die Dezimalsumme der Bits ergibt den Wert des Statusregisters:

Bit	Binär	Beschreibung	Dezimal
0	2^0	0 - Aktor nicht angesteckt 1 - Aktor angesteckt	0 1
2,1	2^2, 2^1	0, 0 – Aktor ohne Messsystem 0, 1 – Dehnmessstreifen 1, 0 – kapazitives Messsystem	0 2 4
3	2^3	------	--
4	2^4	0 – geregeltes System 1 – ungeregeltes System	0 16
5	2^5	------	--
6	2^6	0 – Aktorsteuerspannung nicht freigegeben 1 – Aktorsteuerspannung freigegeben	0 64
7	2^7	0 – Regelung aus 1 – Regelung ein	0 128
8	2^8	------	--
11,10,9	2^{11}, 2^{10}, 2^9	0, 0, 0 – Generator aus 0, 0, 1 – Sinus ein 0, 1, 0 – Dreieck ein 0, 1, 1 – Rechteck ein 1, 0, 0 – Rauschen ein 1, 0, 1 – Wobbeln ein	0 512 1024 1536 2048 2560
12	2^{12}	0 – Kerbfilter aus 1 – Kerbfilter ein	0 4096
13	2^{13}	0 – Tiefpassfilter aus 1 – Tiefpassfilter ein	0 8192
14	2^{14}	------	--
15	2^{15}	------	--

Tabelle 11: Statusregister

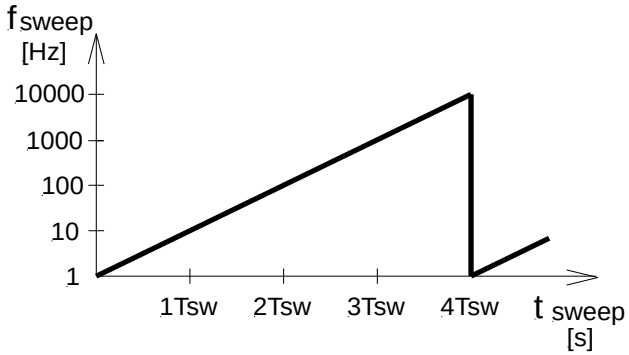
8.6 Funktionsgenerator

Jeder Verstärker EVDxxx ist mit einem eigenen programmierbaren Funktionsgenerator ausgestattet, mit dem unter anderem Scanfunktionen realisiert werden können. Die Programmierung erfolgt über o.g. Befehle. Folgende Funktionen sind realisierbar:

Funktionstyp 0 = aus	Sinus 1	Dreieck 2	Rechteck 3	Rauschen 4	Wobbeln 5
Amplitude 0...100%	√	√	√	√	√
Offset 0...100%	√	√	√	√	√
Frequenz 0,1...9999,9Hz	√	√	√	-	-
Wobbelzeit 0,4...800s/Dek	-	-	-	-	√
Symmetrie 0.1...99.9%	-	√	√	-	-

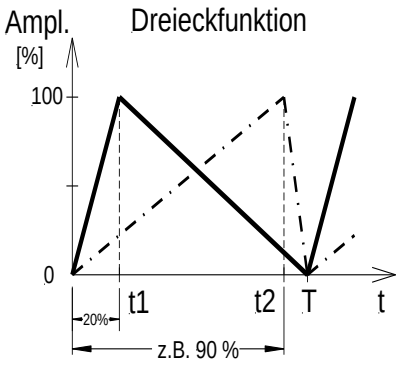
Tabelle 12: Parameter Funktionsgenerator

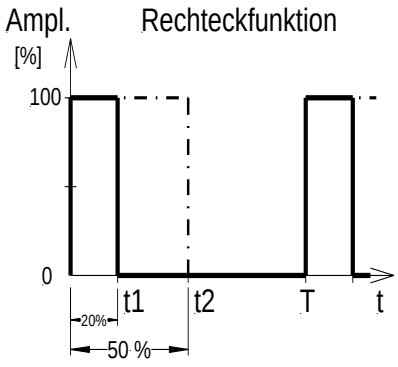
Die eingegebene Amplitude ist die Spitze- Spitze Amplitude. Die Wobbeltiefe ist fest auf 1Hz...10kHz (4 Dekaden) eingestellt. Dabei erhöht sich die Frequenz logarithmisch. In diesem Fall repräsentiert der Parameter „Wobbelzeit“ die Frequenzerhöhung pro Dekade.



Achtung: Während des Wobbelns dürfen keine Triggersignale ausgegeben werden (trgedge =0).

Die Symmetrie eines Signals beschreibt im Fall der Dreieckfunktion das Verhältnis von Anstiegszeit t zu Periodenzeit T. Damit kann zwischen schnellem Anstieg mit langsamen Abfall und langsamen Anstieg mit schnellem Abfall variiert werden. Im Fall der Rechteckfunktion wird das Tastverhältnis von High-Zeit zu Periodenzeit beschrieben.





8.7 Ausgeben von Triggersignalen

Die Verwendung des Triggersignales ermöglicht es, bei Erreichen oder Überschreiten eines vorgegebenen Wertes ein elektrisches Signal auszugeben. Die Triggerpunkte beziehen sich immer auf den Messwert (Weg). Das Triggersignal ist Low-aktiv, d.h. eine H/L-Flanke zeigt das Erreichen eines Triggerpunktes. Der Bereich, in dem Triggerpunkte generiert werden, wird mit trgss (untere Position) und trgse (obere Position) bestimmt. Der Abstand der Triggerpunkte wird mit trgsi (Intervall) bestimmt. Es ist möglich, den Trigger auf eine steigende (trgedge,1), eine fallende (trgedge,2) oder beide Flanken (trgedge,3) zu setzen, mit trgedge,0 wird der Trigger deaktiviert.
Die Maßeinheit für trgss, trgse, trgsi ist die aktorspezifische Einheit im geregelten Betrieb (z.B. µm oder mrad), die Länge (Dauer) der Triggerimpulse ist als ganzzahliges Vielfaches von 20µs (Standard 1*20µs) einstellbar. Es muss darauf geachtet werden, dass sich Triggerimpulse nicht überschneiden, dazu ist ggf. die Dauer der Impulse auf Minimum (trglen,1) zu setzen und die Verfahrgeschwindigkeit des Aktors zu verringern.
Weiterhin muss sichergestellt werden, dass der von trgss und trgse eingegrenzte Bereich vollständig durchlaufen wird (zuzüglich 0,2% des Gesamthubes), andernfalls werden keine Triggerpunkte generiert, da kein Flankenwechsel erkannt wird.

Achtung: Während der Betriebsart „Wobbeln“ (sweep) keine Ausgabe von Triggersignale einstellen (trgedge=0).

Beispiel:

Ein Aktor hat einen geregelten Hub von 80µm, Flanke =steigend (trgedge,1) trgss,10 [µm] trgse,30 [µm] trgsi=5 [µm], das heißt, die Triggerpunkte liegen bei 10, 15, 20, 25, 30µm. Nach Erreichen der Position trgss (Messwert>=10µm) wird der Triggerimpuls gesetzt und der nächste Triggerpunkt berechnet (15µm), der Trigger wird nach n * 20µs ausgeschalten, und es wird auf das Erreichen der Position 15µm gewartet. Nach Erreichen dieser Position wird der Trigger wieder gesetzt und erneut die nächste Position berechnet (20µm). Nach Erreichen von 30µm wird der nächste Triggerpunkt auf 10µm gesetzt, der Trigger wird erst ausgelöst, wenn die Pos 10µm von "unten", d.h. aus einer Position 10µm- (0,2% von 80µm) angefahren wird.

Die Flankenerkennung funktioniert wie folgt:
Bei steigender Flanke wird immer der höchste Messwert (Weg) gemerkt. Sinkt der Messwert um mehr als 0,2% des Weges unter den gemerkten Weg, so wird eine fallende Flanke erkannt.
Danach wird immer der kleinste Messwert (Weg) gespeichert.
Steigt jetzt der Messwert um mehr als 0,2% des Weges über den gespeicherten (kleinsten) Weg, so wird wieder eine steigende Flanke erkennt.
Dieses Funktionsprinzip bedingt, dass der von trgss und trgse begrenzte Bereich immer über seine Grenzen hinaus durchfahren wird (mindestens um +/- 0,2% des Weges).

trgss	untere Triggerposition Dieser Wert gibt die untere Position an, ab der ein Triggersignal ausgelöst wird.	[µm] bzw. [mrad]
trgse	obere Triggerposition Dieser Wert gibt die obere Position an, bis zu der ein Triggersignal ausgelöst wird.	[µm] bzw. [mrad]
trgsi	Triggerintervall Dieser Wert gibt die Intervallgröße an, in der ab dem unteren Wegwert ein Triggersignal ausgelöst wird.	[µm] bzw. [mrad]
trgedge	Triggerflanke Dieser Wert gibt an, in welcher Richtung eine Triggerschwelle passiert werden muss, um ein Triggersignal auszulösen.	(0=aus, 1=steigend, 2=fallend, 3=beide Flanken)
trglen	Triggerlänge Dieser Wert bestimmt die zeitliche Länge des Triggersignales	(n*20µs n=1...255)

Tabelle 13: Parameter Trigger

8.8 Scanfunktion

Die Scanfunktion ermöglicht die Ausgabe genau einer Periode des Funktionsgenerators (Sinus oder Dreieck). Dazu müssen zunächst die relevanten Funktionsparameter eingestellt werden (Frequenz, Amplitude, Offset, ggf. Symmetrie), der Funktionsgenerator braucht jedoch nicht aktiviert zu werden (gfkt,0). Um einen Scan auszuwählen, wird der Scantyp auf Sinus (sct,1) oder Dreieck (sct,2) gesetzt. Der Scan wird mit „ss,1“ gestartet. Während eines Scans kann der Status abgefragt werden mit „ss<CR>“. Die Antwort „ss,2“ bedeutet der Scan läuft noch, „ss,0“ bedeutet der Scan ist abgeschlossen. Ein laufender Scan kann mit „ss,0<CR>“ abgebrochen werden.

Beispiel:

Sinusscan mit 100% Amplitude, 0% Offset, f=0,2Hz

gfsin,0.2 <CR>
gasin,100<CR>
gosin,0<CR>
Scan Typ: sct,1
Start Scan: ss,1

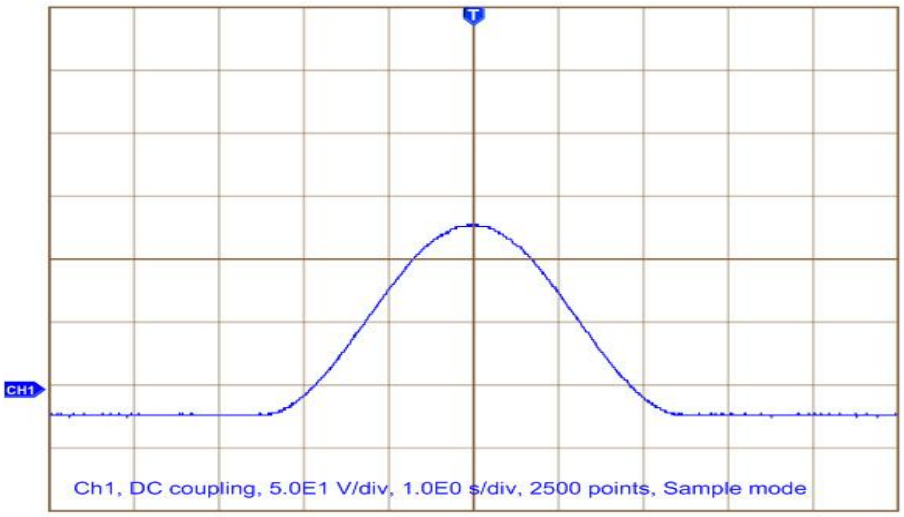


Abb.: Ausgangsspannung eines Sinusscan (open loop)

Anwendung:

Die kombinierte Benutzung von Triggererzeugung und Scanfunktion erlaubt die hochgenaue Abrasterung einer Probe. Durch die Verwendung einer Sinusfunktion werden Beschleunigungskräfte (und damit Schwingungen) minimiert, durch die Triggererzeugung können Aktionen in genau definierten Aktorpositionen ausgelöst werden.

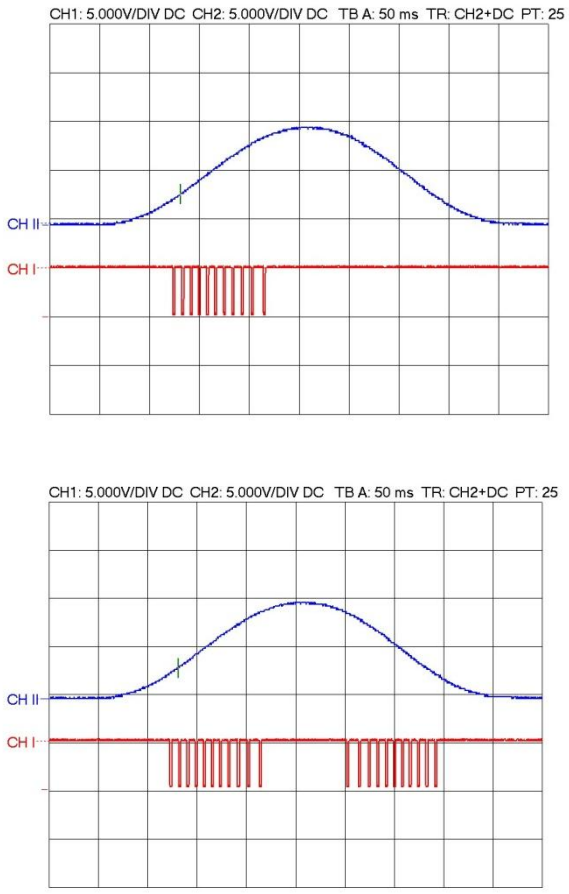

CH1: 5.000V/DIV DC CH2: 5.000V/DIV DC TB A: 50 ms TR: CH2+DC PT: 25
CH II
CH I
CH1: 5.000V/DIV DC CH2: 5.000V/DIV DC TB A: 50 ms TR: CH2+DC PT: 25
CH II
CH I

Abb.: Sinusscan mit Triggerimpulsen auf der steigenden bzw. auf beiden Flanken

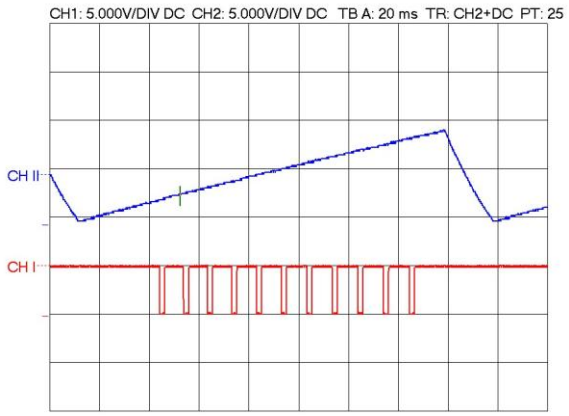


Abb.: Dreieckscan mit Triggerimpulsen auf der steigenden Flanke

9 Bedienung

Der Aktor wird über den „PIEZO“-Stecker des EVDxxx angeschlossen. Das OFFSET Potentiometer dient der statischen Einstellung der Ausgangsspannung (OFFSET). Hiermit kann die Ruhelage des Aktors eingestellt werden. An die „ANALOG“-Buchse kann ein externes Modulationssignal im Bereich von 0 bis +10V angelegt werden. Damit sind persönlich generierte Bewegungsfunktionen realisierbar. Zur Vermeidung von Schäden am Piezoelement wird empfohlen, vor dem Ein- bzw. Ausschalten des Gerätes die Modulationsspannung abzuschalten.

Nach dem Einschalten zeigt die READY LED des EDS-Moduls die Betriebsbereitschaft an und beendet seinen Selbsttest mit der Anzeige „Hauptmenü“. Die vorhandenen Piezoverstärker durchlaufen in den nächsten Sekunden eine Initialisierungssequenz. Dies wird durch Blinken der UDL- und OVL-LED auf den EVDxxx-Modulen angezeigt. Während dieser Zeit übergeben alle Verstärker ihre gespeicherten Kennwerte (DSP-Parameter) und die aus dem ID-Chip des angeschlossenen Aktors gelesenen Aktorkennwerte an die EDS. Verstärker ohne angeschlossenem Aktor blinken weiterhin und senden keine Signale an die EDS. Auf dem Display werden die belegten Verstärkerkanäle 1...x (= Zeile 1...max. 6) angezeigt. Stecken z.B. in Steckplatz 1, 2 und 3 (v. l. n. r.) Verstärkermodule, so zeigt die Anzeige in Zeile 1, 2 und 3 die Aktornamen „X“ („Y“, „Z“...), „ol“ (open loop) und die Aktorausgangsspannung „-20,000 V“ an. Die Steckplätze, in denen kein Verstärker steckt bzw. an dem kein Aktor angeschlossen ist, sind mit Fragezeichen ausgefüllt.

Bei Nichtbetätigen des OFFSET Potentiometers befindet sich der Aktor unterhalb des Regelbereiches am negativsten Punkt (linke Pos. s. Abb.3) des Gesamtstellbereiches (rechte Pos. s. Abb.3). Wird anschließend in den geregelten Betriebsmodus durch Druck auf das OFFSET Potentiometer umgeschaltet, bewegt sich der Aktor auf die Nullposition des Regelbereiches (Position „0µm“). Der Aktor kann dabei in Abhängigkeit von der gerade eingestellten Position einen Sprung ausführen, da der geregelte Stellbereich nur ungefähr 80% vom möglichen Gesamtstellbereich beträgt. Wird das OFFSET Potentiometer anschließend in die rechte Endlage gedreht, so wird der geregelte maximale Weg (Position „Max“) angefahren und angezeigt. Dieser Weg ist von der Spezifikation des Aktors abhängig und kann je nach Aktortyp variieren.

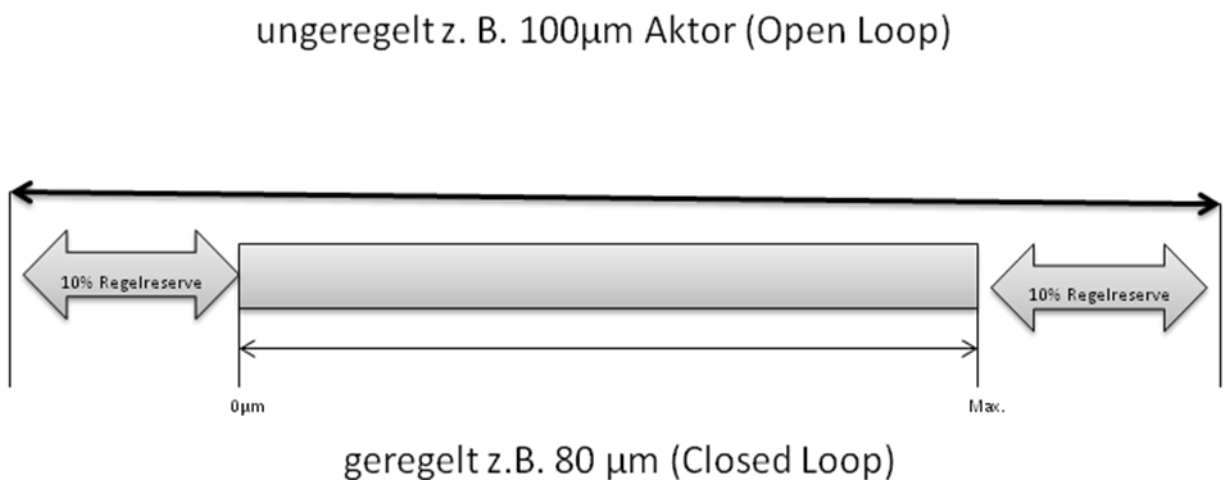


Abbildung 3: ungeregelt / geregelt

Die gelbe OVL-LED zeigt Übersteuerung (overload), die gelbe UDL-LED Untersteuerung (underload) an. Diesen Fall bitte vermeiden und das Gerät sofort ausschalten, wenn die Anzeige durch Reduzierung des Steuersignals nicht erlischt. Überprüfen Sie in jedem Fall die mechanische Ankopplung des Aktors an die Peripherie. Es liegt möglicherweise eine mechanische Blockierung

bzw. ein Anschlag des Aktors vor. Auch eine zu starke Belastung des Antriebes (hohes Gewicht des Anbaues) führt dazu, dass er seine vorgegebene Position nicht erreicht. Lösen Sie den Aktor von der Peripherie. Sind die LEDs erloschen, lag einer der o.g. Fehler vor.

Die Aktorkalibrierung entspricht einer bestimmten Einbaulage. Die Änderung der Einbaulage ohne neue Kalibrierung kann ebenfalls zu OVL oder UDL führen. Bitte vorab die Einbaulage angeben.

10 Reglereinstellung

Sobald ein Piezoaktor von ***piezosystem jena*** an den Verstärker EVDxxx angesteckt ist, werden die Aktor-spezifischen Kennwerte aus dem ID-Chip des Aktors ausgelesen. Der Digitale Signal Prozessor (DSP) des Verstärkers wird mit diesen Parametern automatisch eingestellt. Diese Kennwerte wurden im ***piezosystem jena***-Labor ermittelt und gewährleisten eine sichere Funktion des Piezoelementes.

Für Piezoaktoren ohne integriertes Messsystem gibt es keine kp-, ki- und kd- Reglerwerte, da ein geregelter Betrieb in dieser Konfiguration nicht möglich ist. Die „closed loop“ Funktion ist automatisch ausgeschaltet.

Um die Reglereigenschaften eines Aktors auf die spezielle Applikation anzupassen, geht man von den voreingestellten Werten aus. Zuerst schaltet man den geregelten Betrieb durch Druck auf das OFFSET Potentiometer des jeweiligen Kanals ein. Man verändert schrittweise immer einen Parameter und überprüft das Ergebnis mit dem Oszilloskop an der Monitorbuchse des jeweiligen Piezoverstärkers. Dabei ist im Menü „**Analog I/O**“ der Monitorausgang auf **Umes/OL** zu stellen.

Prinzipiell ist ein Parameter in kleinen Schritten zu ändern und je nach Reaktion des Elementes die Schrittweite zu erhöhen. Kommt es zum Aufschwingen, dann bitte sofort die Regelung durch Druck auf das OFFSET Potentiometer des betreffenden Verstärkers ausschalten und die Werteänderung rückgängig machen!

Zuerst überprüft man die Funktion des Kerbfilters. Der Kerbfilter ist werkseitig ausgestellt. Hat die momentane Applikation ein anderes Gewicht oder sind spezielle Anbauten vorhanden, ändert sich die Resonanzfrequenz des Gesamtsystems (größere Masse = niedrigere Resonanzfrequenz). Die Werte des Kerbfilters sind über das **Auswahlmenü Anstieg/Filte**r erreichbar. Bei **Filtertyp** ist **Notch** (Kerbfilter) auszuwählen.

Die Wobbelfunktion des internen Funktionsgenerators kann zur Ermittlung der Hauptresonanz genutzt werden. Dazu wählt man im **Auswahlmenü** des Aktors den Punkt **Funktionsgenerator** mit der Funktion **Wobbeln** aus. Die Amplitude stellt man auf 5%, die Offset auf 0% und die Wobbelzeit auf 1 (1 s/Dekade). Den Piezoverstärker stellt man auf ungeregelt (OL/CL-LED am Verstärker leuchtet grün). Mit Hilfe des MOD/MON-Kabels (Stecker MON) verbindet man das Oszilloskop mit der „ANALOG“ Buchse des Verstärkers. Am Oszilloskop sind folgende Einstellungen vorzunehmen: Speicherbetrieb, Zeitbasis = 0,5s/cm und Eingangsspannung = 0,1V/cm. Das Bild zeigt die Übertragungsfunktion des Aktorsystems gemessen mit dem integrierten Messsystem. Bevor die Hüllkurve ausklingt, gibt es eine Stelle, an der die Amplitude bis auf 0V zusammenbricht und wieder ansteigt. Das ist die Kerbfrequenz (notch frequency). Bei der Resonanzfrequenz überhöht die Hüllkurve stark. Jetzt muss die passende Frequenz eingestellt werden, bis die Kerbe an der Stelle ist, wo die Überhöhung war. Bei Verwendung des Kerbfilters kann ein erhöhtes Positionsrauschen auftreten.

Den richtigen ki-Wert (Nachstellzeit) ermittelt man wie folgt:

Im Menü **Funktionsgenerator** stellt man auf Rechteck 1Hz, Amplitude ca. 50% (oder entsprechend der späteren Applikation) und Offset 25%. Der Monitorausgang wird auf **Umes/CL**

eingestellt. Am Oszilloskop sind folgende Einstellungen vorzunehmen: Speicherbetrieb, Zeitbasis = 0,05s/cm und Eingangsspannung = 1V/cm. Am Verstärker ist durch Druck auf das OFFSET Potentiometer der Regler einzuschalten (closed loop). Die OL/CL-LED leuchtet gelb. Das Bild am Oszilloskop zeigt die Sprungfunktion des Aktorsystems gemessen mit dem integrierten Messsystem. Ist die Anstiegsgeschwindigkeit zu gering, kann man dies durch Erhöhung des ki-Wertes im Menü **Digitalregler** ändern. Das Überschwingen nach dem Anstieg der Kurve sollte auf <1% des Gesamtsprunges eingestellt werden.
Bei diesen Einstellungen kann es zum Aufschwingen des gesamten Systems kommen. Sofort ist die Regelung durch Druck auf das OFFSET Potentiometer des betreffenden Verstärkers auszuschalten und die Werteänderung rückgängig zu machen! Im Zweifelsfall sind die Standardwerte neu zu laden. Längerer Betrieb in Resonanz kann den Aktor zerstören!
Jetzt kann man versuchen, die Anstiegsgeschwindigkeit im Menü **Anstieg/Filter** zu erhöhen, solange kein Aufschwingen bzw. größeres Überschwingen auftritt.

Mit dem Filtertyp **Tpass** kann die Einschwingkurve beruhigt werden (Tpass reduzieren = Einschwingen ruhiger). Jedoch vergrößert eine niedrige Tiefpassfrequenz die Zeitverzögerung zwischen Soll- und Positionswert.

11 Fehlersuche

Bei Nicht- oder Fehlfunktion des Gerätes trotz scheinbar intakter Anzeigen kontrollieren Sie bitte die Kabel auf Beschädigung oder Kurzschlüsse. Starke Zugbelastungen an den Steckern können zu Unterbrechungen führen.

Fehler	Mögliche Abhilfe
keine Reaktion beim Einschalten	Überprüfen Sie die Spannungszuführung an der Geräterückseite. Ist der Netzhauptschalter eingeschaltet (dieser befindet sich an der Rückseite des Gerätes)? Zwischen Netzbuchse und Netzschalter befinden sich 2 Sicherungen, die überprüft werden sollten. Im Falle eines Defekts bitte nur Sicherungen gleichen Wertes und Typs einsetzen!
UDL/OVL-LEDs blinken	Überprüfen Sie, ob der Aktor richtig angesteckt und die Verriegelungsschrauben des SUB-D Steckers angezogen sind. Kontrollieren Sie bitte die Kabel auf Beschädigung oder Kurzschlüsse.
UDL/OVL-LEDs im geregelten Betrieb (closed loop) leuchten auf	Überprüfen Sie die mechanische Ankopplung des Aktors an die Peripherie. Es liegt möglicherweise eine mechanische Blockierung bzw. ein Anschlag des Aktors vor. Auch eine zu starke Belastung des Antriebes führt dazu, dass er seine vorgegebene Position nicht erreicht. Lösen Sie den Aktor von der Peripherie. Sind die LEDs erloschen, lag einer der o.g. Fehler vor. Hinweis Einbaulage: Hängenden Aufbauten bzw. Aktoren upside down können ebenfalls Probleme verursachen
Aktor schwingt bei closed loop in Resonanzfrequenz	Reglereinstellungen überprüfen, ki reduzieren, kd reduzieren
zurückgelesene Messwerte differieren um festen Betrag von digitaler Sollwertvorgabe	Schalten Sie den analogen Modulationseingang ab mit dem Befehl *modon,x,0* (siehe 8.5.3 Befehlssatz). Dieser kann eventuell Störungen oder eine Sollwert-Offset verursachen.
Aktor bewegt sich nicht trotz analoger Modulation über den MOD-Eingang	Schalten Sie den analogen Modulationseingang ein mit dem Befehl *modon,x,1* (siehe 8.5.3 Befehlssatz).

Angezeigte Werte bzw. über die Schnittstelle ausgegebene Werte entsprechen nicht dem Signalverlauf	Es treten eventuell Alias-Effekte auf: wenn die Ausleserate geringer ist als die halbe Arbeitsfrequenz (Unterabtastung), treten Alias-Effekte auf. Diese wirken sich nur auf die Anzeige aus, nicht auf das reale System.

Tabelle 14: Fehler

Das Gerät wird vor der Auslieferung kalibriert. Die Aktoren mit integriertem Messsystem sind kalibriert und besitzen zusätzlich einen ID-Chip, in dem alle aktorspezifischen Werte abgespeichert sind. Diese werden beim Einschalten an den jeweiligen Verstärker übergeben (plug & play).

Zur Durchführung hochgenauer Verstellungen im sub-µm Bereich ist es sinnvoll, das Gerät ca. 2 Stunden vor der Messung in Betrieb zu nehmen. Erst nach dieser Zeit haben sich stabile Temperaturverhältnisse eingestellt. Die höchste Auflösung und Genauigkeit ist mit der digitalen Sollwertvorgabe erreichbar. Aus diesem Grund sollte der analoge Modulationseingang deaktiviert werden, wenn dieser nicht benutzt wird.

Vorteilhaft für präzise Positionieraufgaben wirkt sich eine konstante Umgebungstemperatur aus. Bedenken Sie, dass Temperaturänderungen von $\Delta T = 5K$ bei Stahl mit einer Länge von 20cm eine Längenänderung von ca. 13µm hervorrufen. In unserer "Piezofibel" sind die grundlegenden Eigenschaften von Piezoaktoren ausführlich beschrieben. Zusätzliche Informationen finden Sie in unserem Hauptkatalog. Für weitere Informationen stehen wir Ihnen gern zur Verfügung. Das Gerätekonzept erlaubt dem Kunden individuelle Anpassungen des Systems bezüglich der technischen Eckwerte wie z.B. Regelparameter. Um Möglichkeiten für Ihr spezielles Problem zu finden, kontaktieren Sie bitte unseren technischen Service.

12 Ihre Notizen

piezosystemjena
unglaublich präzise

Table of contents

1	introduction	44
2	certification of *piezosystem jena*	44
3	declaration of conformity	45
4	purchased part package	46
5	instructions for using piezoelectric elements and power supplies	46
6	safety instructions	47
6.1	installation, power supply	48
6.2	operation	48
6.3	maintenance and inspection	49
6.4	environmental conditions	49
7	instructions for checking the function of the system / quick start	49
8	how to operate the digital system d-Drive®	50
8.1	common introduction	50
8.2	system housing 84TE with power supply	51
8.2.1	function	51
8.2.2	technical data system housings	51
8.3	power amplifier EVD50, EVD125, EVD300	52
8.3.1	function	52
8.3.2	MOD/MON	55
8.3.3	pinning	57
8.3.4	technical data EVDxxx	58
8.4	interface EDS1, EDS2	59
8.4.1	function EDS2	59
8.4.2	menus EDS2	60
8.4.3	pinning EDSx	61
8.4.4	technical data EDSx	62
8.5	communication & commands	62
8.5.1	communication via RS232	62
8.5.2	driver installation of USB interface	63
8.5.3	commands	69
8.5.4	status register	72
8.6	function generator	72
8.7	output of trigger signals	73
8.8	scan function:	74
9	handling	76
10	controller adjustment	77
11	troubleshooting	78
12	your notes	79

1 introduction

This manual describes the ***d-Drive***® piezo digital system from ***piezosystem jena***. You will also find additional information regarding piezoelectric products.

Definition: All systems from ***piezosystem jena***, such as electronics, actuators and optical systems, are called “units”.

If you have any problems please contact the manufacturer of the system: ***piezosystem jena***, Stockholmer Strasse 12, 07747 Jena. Phone: +49 36 41 66 88-0

2 certification of *piezosystem jena*

The company, piezosystem jena GmbH, has worked according to a DIN EN ISO 9001 certified quality management system since 1999. Its effectiveness is verified and proven by periodic audits by the TÜV.

This instruction manual includes important information about using piezo actuators. Please take the time to read this information. Piezo positioning systems are mechanical systems that offer the highest precision. Correct handling guarantees the maintenance of this precision over a long period of time.

3 declaration of conformity

SLG Prüf- und Zertifizierungs GmbH

Notified Body / Identification No. 0494

KONFORMITÄTSBESCHEINIGUNG
CERTIFICATE OF CONFORMITY

Nr./No.: 106019C **Datum/Date: 20.07.2010**

für den Hersteller oder dessen autorisierten Vertreter in der Europäischen Gemeinschaft

to the manufacturer or his authorised representative in the European Community

piezosystem Jena GmbH
Prüssingstr. 27
07745 Jena, Deutschland / Germany

Gerät-/ Produktbezeichnung:

Equipment/ Product designation:

Piezospannungsverstärker / Digital piezo controller
d-Drive E-751-200
Warenzeichen / Trademark: piezosystemjena

Das geprüfte Muster erfüllt die Schutzziele folgender Richtlinien der Europäischen Gemeinschaft:

The sample tested meets the essential requirements of the following directives of the European Community:

Niederspannungsrichtlinie 2006/95/EG / 2006/95/EC Low Voltage Directive

Hierfür liegen folgende Dokumente vor:

For this the following documents exist:

1193-10-GG-10-PB001

Voraussetzung für die Anbringung der CE-Kennzeichnung ist die Beachtung aller für das Produkt zutreffenden EG-Richtlinien und die Erstellung einer EG-Konformitätserklärung durch den Hersteller oder dessen autorisierten Vertreter in der Europäischen Gemeinschaft.

For labbeling a product with the CE-Marking all relevant EC Directives must be observed and an EC-Declaration of Conformity must be provided by Manufacturer or his authorised representative in the European Community.

CE

Die Bescheinigung basiert auf dem Ergebnis der Prüfung an einem Muster und stellt keine Bewertung der Serienproduktion dieses Erzeugnisses dar.

This certificate is the result of tests carried out on one sample and does not represent the serial production of this product.

SLG Prüf- und Zertifizierungs GmbH Zertifizierungsstelle

U. Schult
Zertifizierungsstelle / Certification Body

Dem Zertifikat liegt die Prüf- und Zertifizierungsordnung der SLG zugrunde.
This certificate is based on the SLG Regulations for Testing and Certification.

SLG Prüf- und Zertifizierungs GmbH
Burgstädter Straße 20
09232 Hartmannsdorf
Deutschland / Germany

FILE-NO.: 1193-10-GG

Tel.: +49 3722 7323-0
Fax: +49 3722 7323-899
E-Mail: service@slg.de.com
http://www.slg.de.com

4 purchased part package

Please check the completeness of the delivery after receiving the shipment:

- ***d-Drive***® digital system
- power cord
- RS232 cable
- USB cable
- instruction manual
- CD-ROM with driver, software, and instruction manual

5 instructions for using piezoelectric elements and power supplies

- Piezoelectric actuators from ***piezosystem jena*** are controlled by voltages of up to 150 V. These values can be quite hazardous. Therefore, read the installation instructions carefully and ensure that only authorized personnel handle the power supply.
- After transportation, piezoelectric actuators should be allowed to adapt to room temperature for approximately 2 hours before being switched on.
- Piezoelectric actuators are made from ceramic materials with and without metallic casings. The piezo-ceramic is a relatively brittle material. This should be noted when handling piezoelectric actuators. All piezo elements are sensitive to bending or shock forces.
  Due to the piezoelectric effect, piezo actuators can generate electrical charges by changing the mechanical load or the temperature, or by such actions as those described above.
- Piezoelectric actuators are able to work under high compressive forces. Only actuators with a pre-load can be used under tensile loads (these tensile forces must be less then the pre-load, given in the data sheet). Please note that the acceleration of the ceramic material (e.g., caused by fall down, discharging, or high dynamic application) will occur.
- After excitation of the actuators by a voltage in the upper control range, the ceramic will move and generate an opposite high voltage after disconnection.
- Heating of the ceramic material will occur during dynamic operation and is caused by structure conditional loss processes. This may cause failure if the temperature exceeds the specified values cited below. With increasing temperature, up to the Curie temperature T_C (usual values approx. 140°C - 250°C), the piezoelectric effect disappears. We recommend working in temperatures up to $T_C/2$ (normally up to 80°C).
- Piezoelectric actuators, such as stacks or other devices, work electrically as a capacitor. These elements are able to store electrical energy over a long period of time (up to some days) and the stored energy may be dangerous.
- If the actuator remains connected to the drive electronics, it will be unloaded within a second after shutdown and quickly reaches harmless voltage values.
- Piezo actuators can only generate voltages by warming or cooling (caused by the longitudinal change). The discharge potential should not be ignored due to the inner capacitance. This effect is insignificant at room temperature.
- Piezo actuators from ***piezosystem jena*** are adjusted and glued. Any opening of the unit will cause misalignment or possible malfunction, and will result in the invalidation of the guarantee.
- Please only use original parts from ***piezosystem jena***.
- Please contact ***piezosystem jena***, or your local representative, if there are any problems with your actuator or power supply.

Caution!

Shock forces may damage the built-in ceramic elements. Please avoid such forces, and handle the units with care, otherwise the guarantee will become invalid.

6 safety instructions

Icons:

RISK OF ELECTRIC SHOCK! Indicates that a risk of electric shock is present and the associated warning should be observed.

CAUTION! REFER TO OPERATOR´S MANUAL – Refer to your operator's manual for additional information, such as important operating and maintenance instructions.

RISK OF ELECTRIC SHOCK!

- Do not open the units! There are no user serviceable parts inside and opening or removing covers may expose you to dangerous shock hazards or other risks. Refer all servicing to qualified service personnel.
- Do not spill any liquids into the cabinet or use the units near water.

CAUTION!

- Allow adequate ventilation around the units so that heat can properly dissipate. Do not block ventilated openings or place the units near a radiator, oven, or other heat sources. Do not put anything on top of the units except those that are designed for that purpose (e.g. actuators).
- Only work with the units in a clean and dry environment! Only specially prepared units (e.g. actuators) can work under other conditions!
- Please only use original parts from ***piezosystem jena***. ***piezosystem jena*** does not give any warranty for damages or malfunction caused by additional parts not supplied by ***piezosystem jena***. Additional cables or connectors will change the calibration and other specified data. This can change the specified properties of the units and cause them to malfunction.
- Piezo elements are sensitive systems capable of the highest positioning accuracy. They will only demonstrate their excellent properties if they are handled correctly! Please mount them properly only at the special mounting points.

Immediately unplug your unit from the wall outlet and refer servicing to qualified service personnel under the following conditions:

- when the power supply cord or plug is damaged
- if liquid has been spilled or objects have fallen into the unit
- if the unit has been exposed to rain or water
- if the unit has been dropped or the housing is damaged

6.1 installation, power supply

RISK OF ELECTRIC SHOCK

- Do not insert or unplug the power plug with wet hands, as this may result in electrical shock.
- Do not install in rooms where inflammable substances are stored. If flammable substances come into contact with electrical parts inside, it could result in fire or electrical shock.
- Do not damage or modify the power cord. Also, do not place heavy objects on the power cord, or pull on or excessively bend it, as this could cause electrical damage and result in a fire or electrical shock.
- Always grasp the plug portion when unplugging the power cord. Pulling on the power cord may expose or snap the core wire, or otherwise damage the power cord. If the cord is damaged, this could cause an electricity leak and result in a fire or electrical shock.

CAUTION!

- Do not use accessories other than the ones provided (e.g. power cord). Only plug the power cord into grounded power equipment and sockets.
- Do not place heavy objects on any cables (e.g. power cords, sensor cables, actuator cables, optical cables).
- Do not block ventilated openings or place the units near a radiator, oven, or other heat sources.
- Plug in the power cord completely so that it cannot loosen inadvertently.
- Leave sufficient space around the power plug so that it can be unplugged easily. If objects are placed around the power plug, you will be unable to unplug it in an emergency.
- Install the system so that the on/off-switch is easily accessible at all times.
- The power plug is the cut-off point to the main power supply.

6.2 operation

RISK OF ELECTRIC SHOCK!

- Do not open the units! There are no user serviceable parts inside and opening or removing covers may expose you to dangerous shock hazards or other risks. Refer all servicing to qualified service personnel.
- Do not spill inflammable substances inside the voltage amplifier. If these items come into contact with an electrical component inside the voltage amplifier, it may result in a fire or electrical shock.

CAUTION!

- If the voltage amplifier emits smoke, high heat, or unusual smells, immediately turn off the power switch and unplug the power plug from the outlet. Then contact our technical service.

6.3 maintenance and inspection

CAUTION! ⚠

- Before cleaning the exterior box of the voltage amplifier, turn off the power switch and unplug the power plug. Failure to do so may result in a fire or electrical shock.
- Clean the exterior box using a damp cloth that has been firmly wrung-out. Do not use alcohols, benzene, paint thinner, or other inflammable substances. If flammable substances come into contact with an electrical component inside the voltage amplifier, it may result in a fire or electrical shock.

6.4 environmental conditions

The amplifier can be used:

- indoors only
- at an altitude up to 2000 m
- at a temperature of 5 ... 35 °C
- at a relative humidity of 5 ... 95% (non-condensing)

The recommended environmental conditions:

- indoors only
- at an altitude up to 2000 m
- at a temperature of 20...22 °C
- at a relative humidity of 5 ... 80% (non-condensing)

7 instructions for checking the function of the system / quick start

When you open the package, please check to make sure all the necessary parts are included (see packing list) and nothing is damaged.

Check the electronics and the actuator for any visible damage:

- The top and bottom plates of the actuator (if it does not have another shape) should be parallel each to each other, and not contain any scratches.
- If there is any damage to the system please contact our local representative immediately!
- If the packaging material is damaged please confirm this with the shipping company.
- Ensure that the main voltage supplied in your country is the same as the one installed for the system (Check the voltage label on the backside of the power supply).
- The power switch should be in the off position.
- Connect the power supply.
- Connect the piezo actuator by using the D-SUB 15pin connector. Be sure that the cables are connected properly to the electronics.
- Switch on the power supply on the back side (Standby).
- Switch on the system by pressing the POWER button on the EDS. The green “READY” LED indicates the power supply is working.
- It is followed by a short self test of all parts.
- All of the yellow LEDs included in the EVD50 will blink. The green “ON” LED will shine permanently. If there is an actuator plugged into the D-SUB 15pin and the amplifiers are working, the LED's will switch off after about 3 seconds.

- The interface EDS2 finishes its self test by showing “main menu”, and then the channels of amplifiers present are displayed. If there are amplifiers in slot 1 and 2, the display in rows 1 and 2 shows the actuator name “X” (“Y”...), “ol” (open loop) and the actuator voltage “-20.000 V”. The rows 3...6 are blank because there are no amplifiers or actuators connected. If the system includes the EDS1 without display, you can check the status with the command “stat *Enter*” by using a terminal program via RS232.
- Turn the potentiometer to the right until the display shows about 130 V. The actuator is in the maximum position.
- Turn the potentiometer to the left till the display shows about -20 V. The actuator is in the minimum position.
- Switch on closed loop by pressing on the potentiometer. The “OL/CL” LED will shine yellow. On the EDS2 the display will change from “op” to “cl” and “-20.000 V” to “0 µm”. Turn the potentiometer to the right until the maximum position is reached and the actuator does its maximum closed loop movement.
- Turn the potentiometer to the left until the minimum position (0 µm) is reached and switch off the closed loop.
- Do this procedure with all connected actuators.
- Switch off the power supply by pressing the POWER button on the EDS2 longer than 2 seconds.
- If the system is switched off a long time (longer then 1 day), please switch off the switch on the back side of the system.
- The function check is complete.
- If there were errors during the procedure, read the *troubleshooting* chapter.

8 how to operate the digital system d-Drive®

8.1 common introduction

The new digital generation of piezo controllers of ***piezosystem jena***, ***d-Drive®***, combines the highest positioning accuracy with a unique handling comfort. This means that a PC can control all features and the main functions can be directly handled by the front panel. It was specially developed for multichannel functions. With the fast Digital Signal Processor (DSP) many functions are possible. We also implemented adjustable features, such as slew rate, notch filter and low pass filter. A built-in function generator offers sine, triangular, and square functions, as well as noise and sweep. The actuators are separable and exchangeable, due to integrated ID-information. The actuator type, linearity optimization, and PID-settings are stored on an ID-chip in the actuator’s plug. The calibration is done with an integrated pre-amplifier.

All these functions and the 20-bit resolution with 50 kSPS (50 kHz sampling rate) make the ***d-Drive®*** an excellent choice for nanopositioning and scanning applications, including scanning microscopy, metrology, surface profiling, cell tracking, nanotechnology, and many other applications.

The expandable system includes the system housing with an integrated wide range power supply in two power levels, a data exchange module with or without display, and 1 to 6 amplifier channels with digital controllers at different levels of power depending on the application.

8.2 system housing 84TE with power supply

8.2.1 function

There are two 19” 84TE system housings with two different built-in wide range power supplies with Power Factor Correction (PFC) that generate all the required high and low voltages.

On the back side of the housing there are 2 fuses, the power switch and the line filter. The short housing is prepared to operate a maximum of 6 EVD50 digital piezo amplifiers and a data exchange module with or without display. The deep housing with high power is prepared to operate a maximum of 3 EVD300 digital piezo amplifiers and a data exchange module with or without display. All modules are connected by a back plate.

8.2.2 technical data system housings

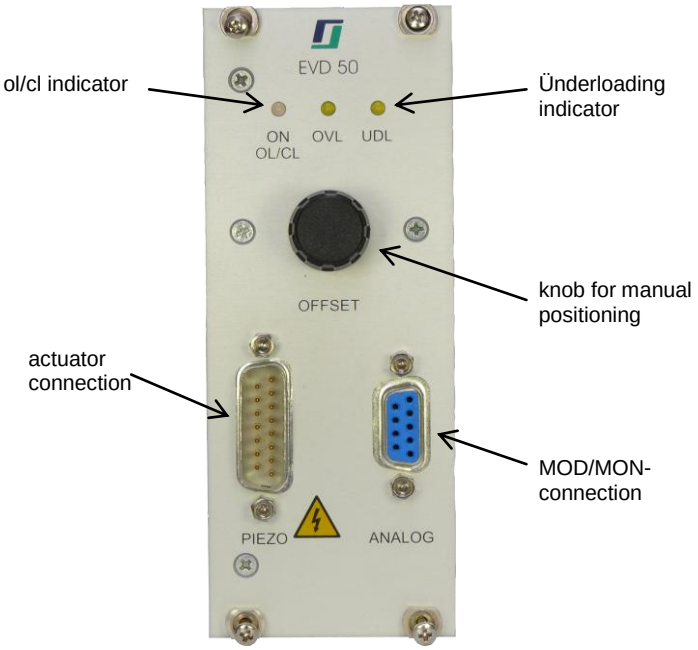
	84TE 315mm depth	84TE 375mm depth
Operating voltage	100 - 240 VAC / 50 - 60 Hz	
Input current	typ. 0.9A @ 115V typ. 0.5A @ 230V	typ. 1.7A @ 115V typ. 1.0A @ 230V
Power consumption	typ. 120W	typ. 230W
Primary fuses	2x T6.3A / 250V 5x20mm	
Power connector	IEC-60320 C13	
Output voltages	+145V / 300mA -30V / 300mA +15V / 500mA -15V / 500mA +5V / 2.2A	+145V / 450mA -30V / 450mA +15V / 500mA -15V / 500mA +5V / 2.2A
Dimensions (WxHxD) [mm]	450 x 150 x 360	450 x 150 x 420
Weight [kg]	4.8	7.3
Specifics	active cooling	active cooling, auto power on

table 1: technical data

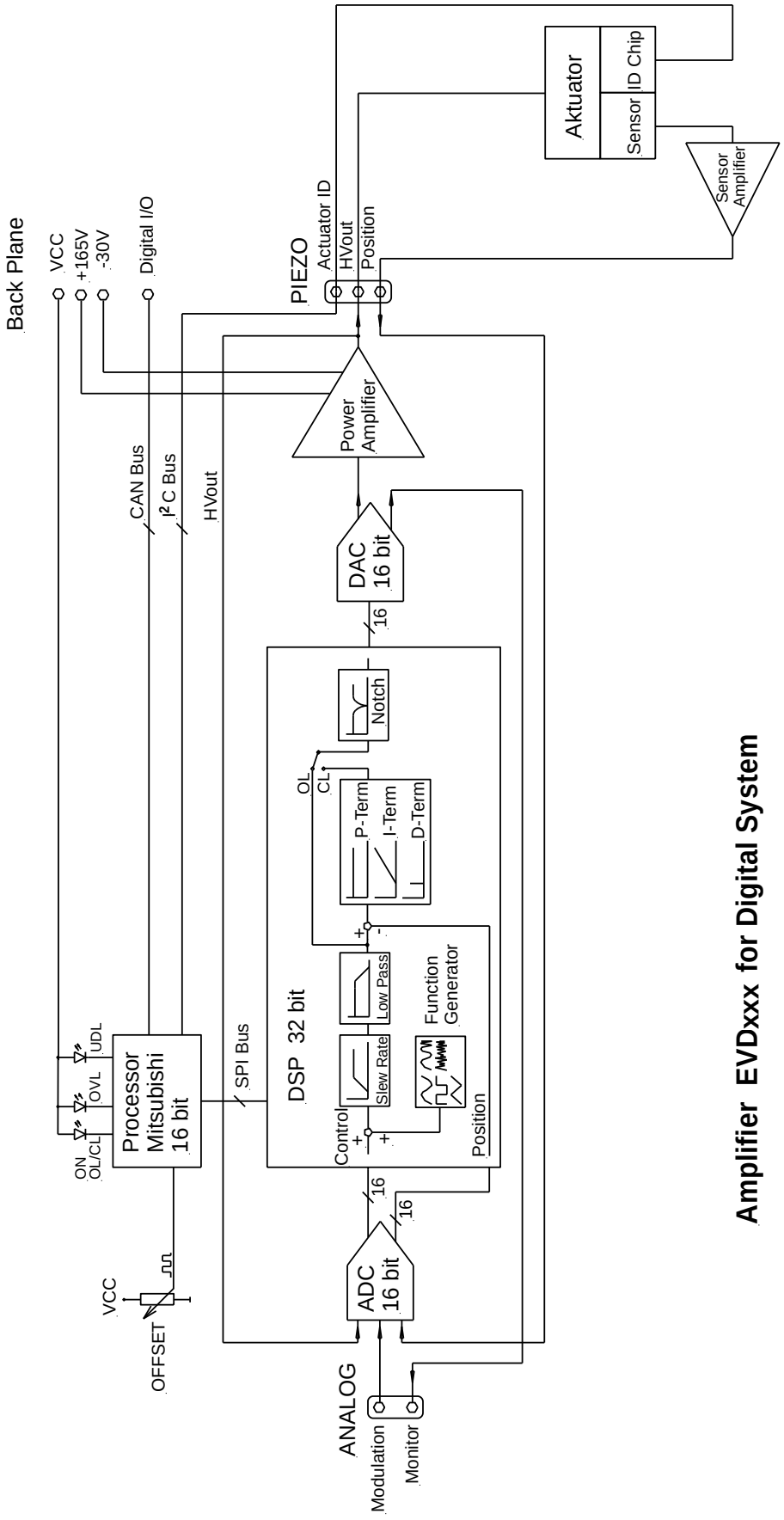
8.3 power amplifier EVD50, EVD125, EVD300

8.3.1 function

The piezo amplifiers EVDxxx are designed for low voltage piezo elements. It is integrated into a 19” housing with a width equivalent to 10 units (EVD50) or 20 units (EVD125, EVD300). It varies in output current. You can use actuators with or without an integrated measurement system (series D). It is possible to control the amplifier with an analog signal via the modulation input or digitally via CAN-Bus. The best results for resolution and accuracy can only be achieved by setting the digital target values. Because of the very low noise (lower than 0.5mV$_{RMS}$), the ***d-Drive***® is particularly suitable for nanopositioning. The position of the actuator and all status messages are shown on the EDS2 display. If there is an EDS1 without display included, you can check the status with the command “stat *Enter*” by using a terminal program via RS232.
The new integrated digital PID–controller allows positioning of actuators which include measurement systems to eliminate drift and hysteresis. The modular construction allows a quick and easy exchange of modules and makes the system ideal for industrial purposes.



The following sketch shows the function groups of the amplifiers:



sketch 1: function groups of the amplifiers

The command for the controller consists of the analog signal applied to the MOD input, the digital value given by the OFFSET potentiometer, and the digital value from the EDS2 via CAN-Bus. The slew rate of the amplifier can be adapted to your system using the "slew rate" limit or the 4th order low pass filter, i.e. frequencies which might stimulate resonances can be suppressed before they interfere with the closed loop. The slew rate setting value is adjustable.

The PID-controller calculates the difference (err) between this input (com) and the value from the measurement system (mes):

err = com – mes	com = command mes = position signal

The proportional term (kp) amplifies the control deviation without reducing frequency and drives the controller until the difference between the sensed motion and the command is adjusted.

yp = kp * err	kp = adjustable gain yp = output of p-term

The P-controller can't eliminate the error completely, because it needs a deviation to drive. To minimize the permanent offset of the P-term, an integral action (I-term) is required. ki is the time constant governing the time it takes for the output to get to a certain value. For a step input it is the time taken for the output to equal the input.

yi = 1/ki * err *Ts	Ts = 1 / sample frequency (50 kHz) ki = time constant yi = output of i-term

In general the differential term combats ringing (it adds damping) and increases the reaction speed of the PI–controller:

yd = kd * 1/Ts * (err – err[n-1])	err[n-1] = control deviation previous sample kd = differential time constant yd = output of d-term

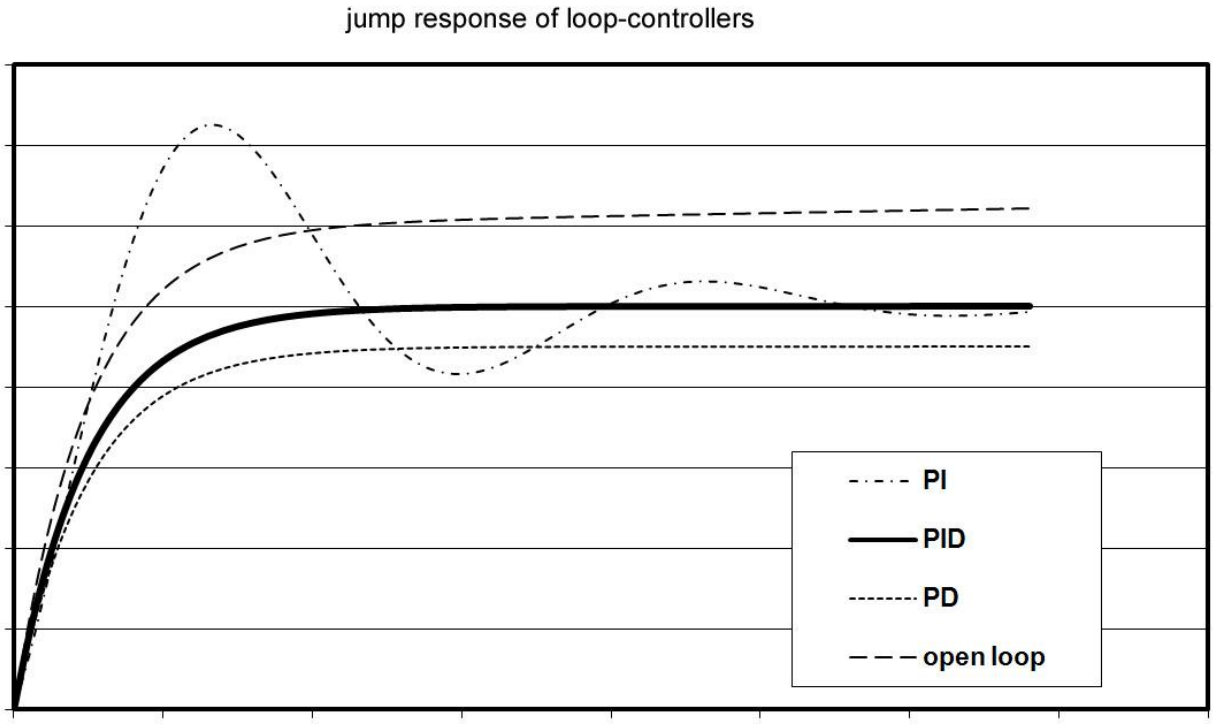
Be careful when using the D-term, because stochastic errors, like noise, cause extreme reactions.

The sum of these 3 terms generates a PID–control function. The output of the controller is the set value for the power amplifier to drive the piezo actuator:

y = yp + yi + yd	y = output of PID-controller

In open loop the PID-controller is bridged and the command input controls the amplifier.

The following sketch describes the step response of the different terms:



sketch 2: transfer function

When using a notch filter, the main resonant frequency will be damped by another order of magnitude. While using open loop you can also switch on the notch filter to reduce stimulation of the resonant frequency. Using the notch filter might increase noise.

The PID-specific parameters, kp, ki and kd, are stored in the actuator's ID-chip by default. These parameters will work for most applications. Depending on your special application and load, the mechanical response can be optimized.

8.3.2 MOD/MON

modulation input: MOD

The motion of the actuator can be remotely controlled using this input. The control signal must be in the range of 0...+10 V. There is an internal addition of the MOD signal, the adjusted OFFSET potentiometer, and the present digital value. To prevent external signals from influencing any parameter, please switch off the analog modulation input when it's not used (*modon, x, 0* see 8.5.3 commands). In function generator mode the modulation input is permanently switched off.

monitor output: MON

With a special command, many different signals can be shown. The voltage range of 0…+10 V is available at this socket and can be monitored by using an oscilloscope. Pay attention to the inner resistance of the monitor output.

Command	Description	Display	Value
MON	monitor output (default = 0)	Umes/CL Udes Uact Uerr Uerrabs Uout Umes/OL	0 = position in closed loop 1 = reference input 2 = PID command voltage 3 = closed loop deviation including sign 4 = absolute closed loop deviation 5 = actuator voltage 6 = position in open loop

table 2: monitor

0 (Umes/CL) position voltage in closed loop, it means an actuator with 80 µm in closed loop generates 0...+10 V (= 8 µm/V or 0.125 V/µm)

1 (Udes) the reference input, sum of the analog signal applied to the MOD input, the digital value by the OFFSET potentiometer, and the digital value from the EDS2 via CAN-Bus

2 (Uact) output of the controller, set value for the power amplifier

3 (Uerr) closed loop control deviation including sign: the value can be positive or negative:

Uerr = Ucom – Umes

Ucom = 0...+10V
Umes = 0...+10V
Uerr = -10V...+10V

To generate an output of 0...+10 V the control deviation is divided by 2 and +5 V is added. To calculate the control deviation back from the measured monitor voltage, take the following formula:

Uerr = (Umon – 5V) * 2

Uerr = -10V...+10V
Umon = 0...+10V

If the controller is properly adjusted the value is +5 V.

4 (Uerrabs) absolute closed loop control deviation:

|Uerr| = Ucom – Umes

|Uerr| = 0...+10V

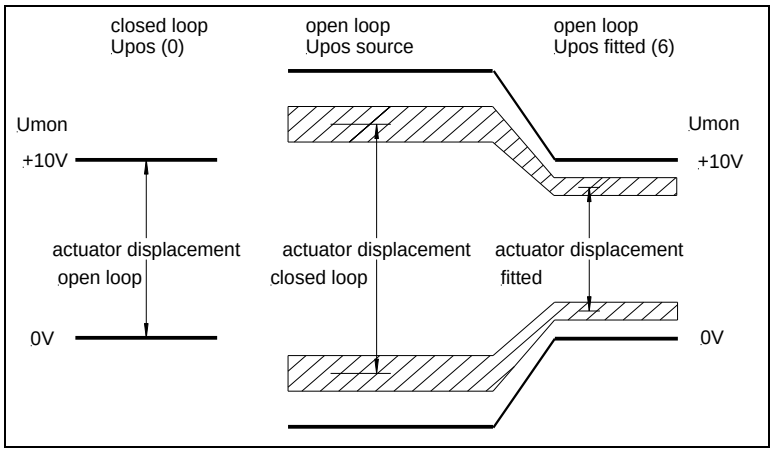
5 (Uout) the actuator voltage -20 V...+130 V converts to 0...+10 V; to calculate the actuator voltage back from the measured monitor voltage, take the following formula:

Uactuator = (Umon*15) – 20V

6 (Umes/OL) The position voltage in open loop (OL) is greater than in closed loop. The monitor voltage would be smaller than 0 V and greater than +10 V. The value gets adjusted. To calculate the open loop position voltage back from the measured monitor voltage, use the following formula:

Umes(OL) = (Umon – 2.5V) * 2

The default setting is the position value in closed loop.



sketch 3: monitor output

8.3.3 pinning

ANALOG: SUB-D socket 9pin

pin	designation	description
1	MON+	monitor output 0 ... +10V
2	MON-	signal ground
4	MOD+	modulation input 0 ... +10V
5	MOD-	signal ground
7	TRG+	trigger output (low-active)
8	TRG-	digital ground trigger

table 4: pinning

PIEZO: SUB-D plug 15pin

pin	designation	description
1,2,11	AGND	analog ground
3	+15V *	operating voltage measurement +15V
4,14	GND	digital ground
5	SDA	I²C-Bus SDA
6	5Veeprom *	operating voltage ID-Chip
7	Vout2	actuator voltage 2 +130 ... -20V for nanoX$_{TM}$
8	Vout	actuator voltage -20 ... +130V
9	+MESS	position signal -8 ... +8V
10	-15V *	operating voltage measurement -15V
12	SCL	I²C-Bus SCL
13	DETECT	actuator detection
15	Piezomasse	actuator ground

[*] Not for external use

table 5: pinning

The actuator is connected to this plug. The actuator voltage goes to the piezo, the position signal from the measurement system goes to the DSP, and the integrated actuator information is stored on an ID-chip which goes to the main controller. It is important that the locking screws are screwed into the front panel.

8.3.4 technical data EVDxxx

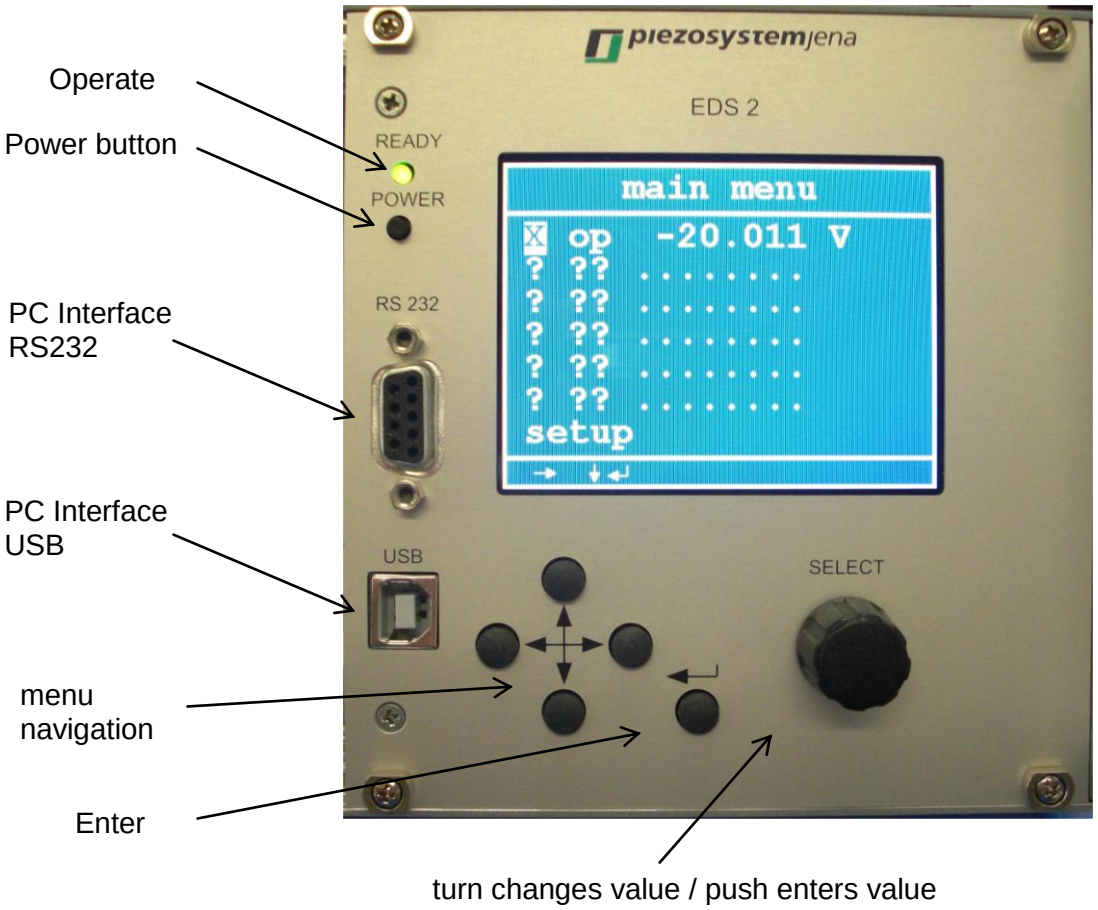
	EVD50	EVD125	EVD300
output power:	7.5W (max. 15W for nanoX™ actuators)	16W (max. 32W for nanoX™ actuators)	40W
output voltages:	-20V...+130V +130V...-20V for nanoX™ actuators		
output current (continuous):	50mA (2x 50mA for nanoX)	125mA (2x125mA for nanoX)	300mA (2x150mA for nanoX)
output noise:	<0.3mV$_{RMS}$ @ 500Hz	<0.5mV$_{RMS}$ @ 500Hz	
actuator / measurement connector:	15pin SUB-D plug		
monitor output:	0 ... +10V (programmable signal source)		
monitor output impedance:	50Ω		
modulation input:	0 ... +10V (disconnectable)		
modulation input impedance:	25kΩ		
trigger output (low active)	5V/0V with pull up drain resistor 240Ω		
MOD - MON connector:	SUB-D socket 9pin		
offset voltage:	-20V ... +130V via encoder		
safety functions:	short circuit proof, temperature fuse		
protection circuit:	4 fuses F50mA / 250V 5x20mm (can only be changed by authorized service personnel)		
display (LED):	green / yellow green = in operation / open loop yellow = closed loop OVL (yellow) = overload UDL (yellow) = underload		
dimensions:	3HE 10TE	3 HE 20TE	3HE 20TE
weight:	0.35kg	0.9kg	1.03kg

table 6: technical data

8.4 interface EDS1, EDS2

8.4.1 function EDS2

The EDS2 data interface enables communication between the user and the piezo drive. It displays status messages, as well as recent values of the system, on a graphic TFT-display. Specific parameters can be adjusted using the controls on the EDS2. As opposed to the EDS2, the EDS1 only offers a serial interface. It has no display or controls. All adjustments have to be done by using a PC or laptop running the terminal program. The command set is the same that is used in EDS2. For full control and comfortable adjustment we recommend using a PC or laptop running the control program. The full command set is explained in chapter titled “commands”.



The POWER button switches the device on. By pressing the button for longer than 2 seconds the device gets switched off. The PC interface enables communication between the EDS and the PC or laptop. The cursor buttons navigate through the submenus. By pressing the *Enter* button one can jump into the pertaining menu. In the input settings menu, the value can be changed by using the knob. The star (*) before the value indicates that the value was changed. By pressing the turning knob, the value is accepted. If you leave the menu without pressing the knob, the old value will be restored.

8.4.2 menus EDS2

The following menus are available:

main menu		
X	op	xxx.xxx V
Y	cl	xxx.xxx µm
Z	op	xxx.xxx V
Setup		

X,Y,Z = actuator name (X=channel 0 (1. from left))
op/cl = open / closed loop
xxx.xxx = at “op” actuator voltage in Volts
at “cl” displacement in µm

Setup	
language	english
baud rate	115200
brightness	10
back	

german / english
9600 / 38400 / 57600 / 115200
0...10 brightness of TFT-display

If you place the cursor on the channel name and press Enter, the **choose menu** of the selected channel opens:

choose menu [channel]
function generator
slew rate / filter
digital controller
analog i/o
information
back

fct. generator	[channel]
function	sine
state	on
ampl. [%]	1.000
offset. [%]	0.000
freq. [Hz]	1.000
sym. [%]	1.000
back	

sine / triangle / rectangle / noise / sweep
on / off
0.0 to 100.000
0.0 to 100.000
0.1 to 9999.9
0.1 to 99.9

slew rate/filter	[channel]
slewr.[V/ms]	0.2
filter type	notch
state	on
freq. [Hz]	200
bandw. [Hz]	100
back	

0.1...100.0
notch / low pass
on / off
0 to 20000
0 to 20000

dig. controller [channel]		
KP	0.00000	0 to 999.00000
KI	50.00000	0 to 999.00000
KD	0.00020	0 to 999.00000
back		

analog i/o [channel]		
monitor	Umess/CL	Umes[CL] / Usoll / Ustell / Uerr / Uerrabs / Uout / Umes[OL]
modul.	on	on / off
back		

information [channel]		
actuator	PX200CAP	actuator name
sensor	CAP	sensor type
ser.no.act	64070	actuator serial number
back		

In the “information” menu all values are only read.

The “back” selection jumps back to the main menu from each sub menu.
A star [*] before the value indicates a changed parameter. By pressing the knob the value is accepted (the star disappears). If you leave the menu without acknowledging it, the old value will be restored.

8.4.3 pinning EDSx

RS232: SUB-D socket 9pin

Pin	designation	description
2	TxD	RS232 transceiver
3	RxD	RS232 receiver
5	GND	RS232 ground

table 7: pinning

USB 1.1: plug Series A

Pin	designation	description
1	VCC	operating voltage +5V
2	D-	data -
3	D+	data +
4	GND	operating voltage Ground

table 8: pinning

8.4.4 technical data EDSx

	EDS1	EDS2
Power consumption:	max. 0.9W	max. 1.2W
Voltage / current requirements:	+5V / max. 180mA	+5V / max. 230mA
Interface:	RS232 USB 1.1 CAN-Bus (internal required)	
RS232 baud rate:	115200 baud	
RS232 connector:	SUB-D socket 9pin	
CAN baud rate:	1MBaud	
Display:	• no • Ready LED green	• Full Color TFT-Display (320x240 dots) with white back light led • Ready LED green
Control elements:	• Standby/Power button • Reset button	• Standby/Power button • Cursor buttons • incremental encoder • Reset button
Dimensions (H W D):	3HE 24TE 160mm	
Weight:	0.2kg	0.3kg

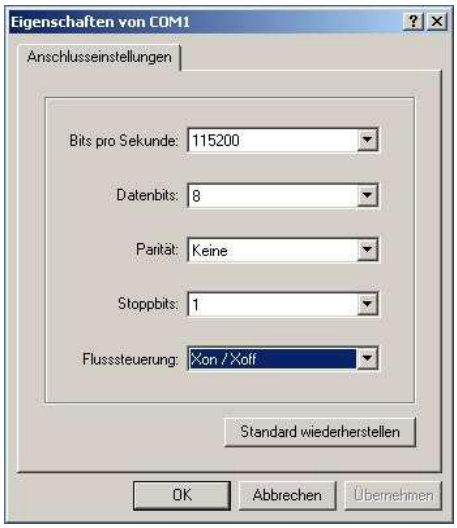
table 9: technical data

8.5 communication & commands

8.5.1 communication via RS232

The ***d-Drive*** can easily communicate with your PC with the use of a terminal program (for example “hypertrm.exe” with Windows XP, please refer to your operating system’s manual).

A serial connection cable (included) is required to connect to your computer.



115200 baud, 8 bit, no parity, 1 stop bit, Xon/Xoff handshake

All commands and responses of the system are encoded in ASCII-code, enabling easy reading and writing.

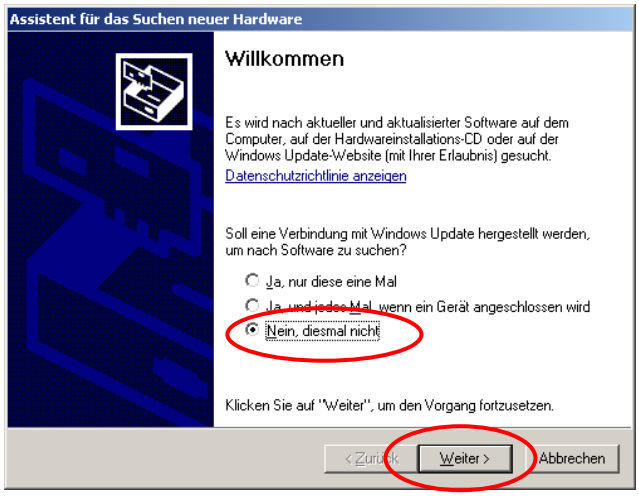
8.5.2 driver installation of USB interface

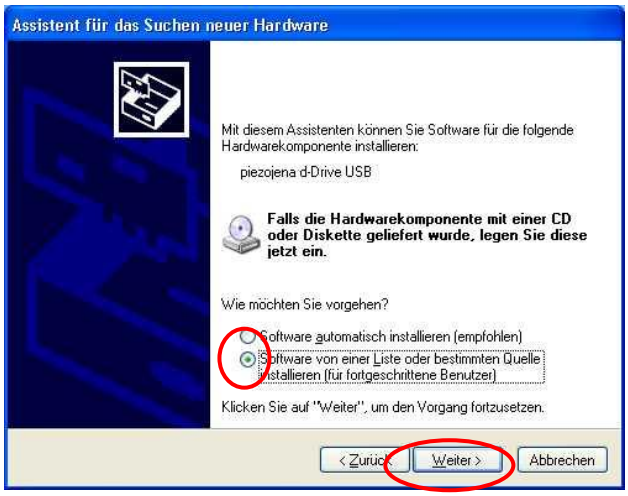
Two drivers are necessary to use the device. The first is responsible for the USB connection between PC and digital amplifier unit, the second is responsible for communication by the RS232 (COM) interface.

driver installation:

Please, first install the Bus driver *FTDIBUS.inf* and then the COM port driver *FTDIPORT.inf.* The following example shows the installation procedure with Windows XP:

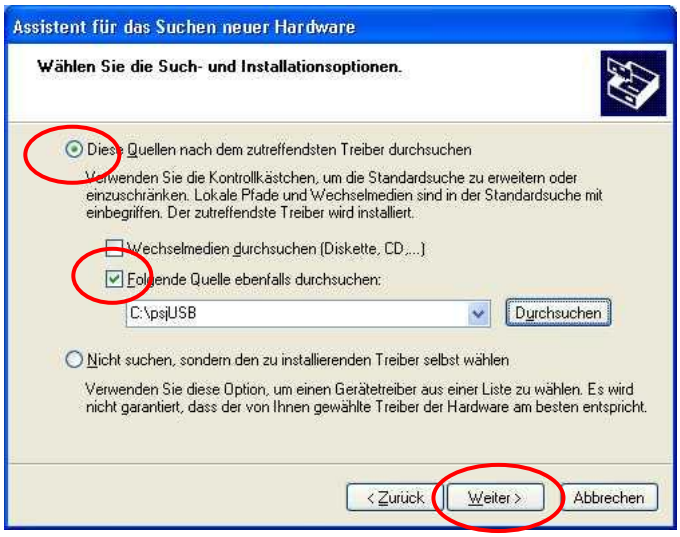
Please connect the PC and the d-Drive via the supplied USB cable and then turn on the system.


Assistent für das Suchen neuer Hardware
Willkommen
Es wird nach aktueller und aktualisierter Software auf dem Computer, auf der Hardwareinstallations-CD oder auf der Windows Update-Website (mit Ihrer Erlaubnis) gesucht.
Datenschutzrichtlinie anzeigen
Soll eine Verbindung mit Windows Update hergestellt werden, um nach Software zu suchen?
Ja, nur diese eine Mal
Ja, und jedes Mal, wenn ein Gerät angeschlossen wird
Nein, diesmal nicht
Klicken Sie auf "Weiter", um den Vorgang fortzusetzen.
< Zurück
Weiter >
Abbrechen

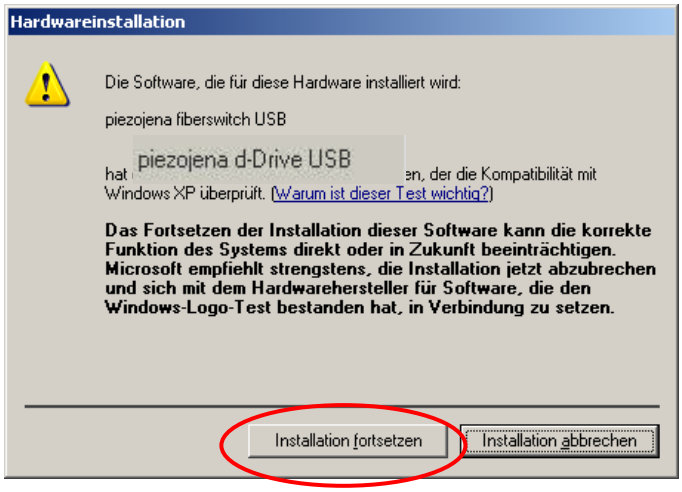

Assistent für das Suchen neuer Hardware
Mit diesem Assistenten können Sie Software für die folgende Hardwarekomponente installieren:
piezojena d-Drive USB
Falls die Hardwarekomponente mit einer CD oder Diskette geliefert wurde, legen Sie diese jetzt ein.
Wie möchten Sie vorgehen?
Software automatisch installieren (empfohlen)
Software von einer Liste oder bestimmten Quelle installieren (für fortgeschrittene Benutzer)
Klicken Sie auf "Weiter", um den Vorgang fortzusetzen.
< Zurück
Weiter >
Abbrechen

The device is then identified.

Please select the source.


Assistent für das Suchen neuer Hardware
Wählen Sie die Such- und Installationsoptionen.
Diese Quellen nach dem zutreffendsten Treiber durchsuchen
Verwenden Sie die Kontrollkästchen, um die Standardsuche zu erweitern oder einzuschränken. Lokale Pfade und Wechselmedien sind in der Standardsuche mit einbegriffen. Der zutreffendste Treiber wird installiert.
Wechselmedien durchsuchen (Diskette, CD,...)
Folgende Quelle ebenfalls durchsuchen:
C:\psjUSB
Durchsuchen
Nicht suchen, sondern den zu installierenden Treiber selbst wählen
Verwenden Sie diese Option, um einen Gerätetreiber aus einer Liste zu wählen. Es wird nicht garantiert, dass der von Ihnen gewählte Treiber der Hardware am besten entspricht.
< Zurück
Weiter >
Abbrechen

Please select the extracted path “\psjUSB” (e.g. C:\psjUSB).


Hardwareinstallation
Die Software, die für diese Hardware installiert wird:
piezojena fiberswitch USB
hat piezojena d-Drive USB
en, der die Kompatibilität mit Windows XP überprüft. (Warum ist dieser Test wichtig?)
Das Fortsetzen der Installation dieser Software kann die korrekte Funktion des Systems direkt oder in Zukunft beeinträchtigen. Microsoft empfiehlt strengstens, die Installation jetzt abzubrechen und sich mit dem Hardwarehersteller für Software, die den Windows-Logo-Test bestanden hat, in Verbindung zu setzen.
Installation fortsetzen
Installation abbrechen

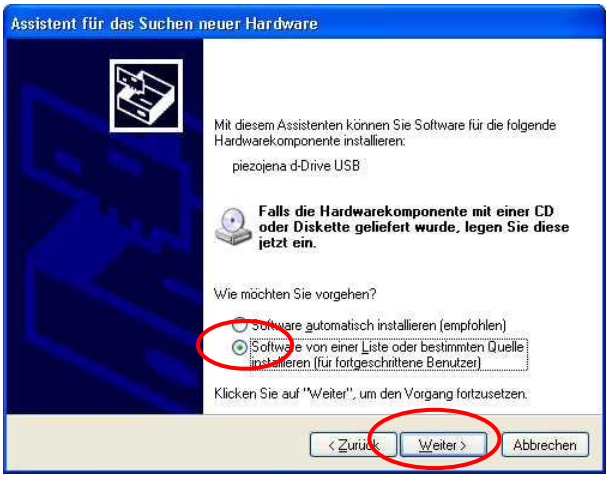
The Windows Logo testing is not relevant for this application, please continue installation.

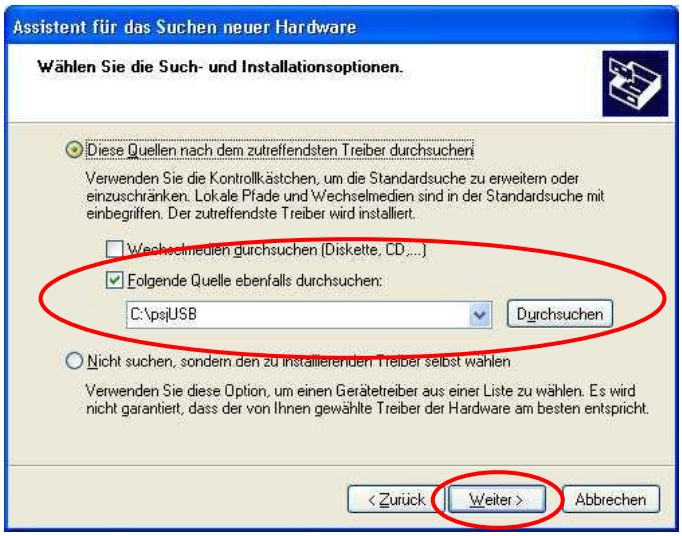
Assistent für das Suchen neuer Hardware
Fertigstellen des Assistenten
Die Software für die folgende Hardware wurde installiert:
piezojena d-Drive USB
Klicken Sie auf "Fertig stellen", um den Vorgang abzuschließen.
Fertig stellen
Abbrechen

The USB driver is now installed.

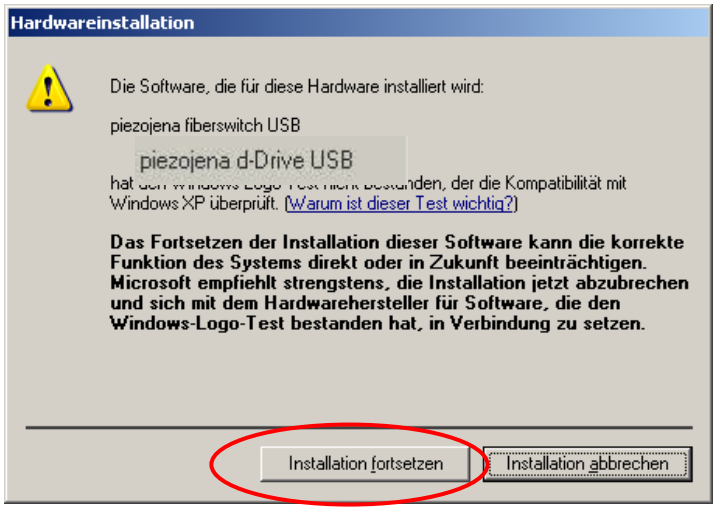
The second driver needs to be installed like the first one (COM port). It's the same procedure as before.

Assistent für das Suchen neuer Hardware
Willkommen
Es wird nach aktueller und aktualisierter Software auf dem Computer, auf der Hardwareinstallations-CD oder auf der Windows Update-Website (mit Ihrer Erlaubnis) gesucht.
Datenschutzrichtlinie anzeigen
Soll eine Verbindung mit Windows Update hergestellt werden, um nach Software zu suchen?
Ja, nur diese eine Mal
Ja, und jedes Mal, wenn ein Gerät angeschlossen wird
Nein, diesmal nicht
Klicken Sie auf "Weiter", um den Vorgang fortzusetzen.
< Zurück
Weiter >
Abbrechen


Assistent für das Suchen neuer Hardware
Mit diesem Assistenten können Sie Software für die folgende Hardwarekomponente installieren:
piezojena d-Drive USB
Falls die Hardwarekomponente mit einer CD oder Diskette geliefert wurde, legen Sie diese jetzt ein.
Wie möchten Sie vorgehen?
Software automatisch installieren (empfohlen)
Software von einer Liste oder bestimmten Quelle installieren (für fortgeschrittene Benutzer)
Klicken Sie auf "Weiter", um den Vorgang fortzusetzen.
< Zurück
Weiter >
Abbrechen


Assistent für das Suchen neuer Hardware
Wählen Sie die Such- und Installationsoptionen.
Diese Quellen nach dem zutreffendsten Treiber durchsuchen
Verwenden Sie die Kontrollkästchen, um die Standardsuche zu erweitern oder einzuschränken. Lokale Pfade und Wechselmedien sind in der Standardsuche mit einbegriffen. Der zutreffendste Treiber wird installiert.
Wechselmedien durchsuchen (Diskette, CD,...)
Folgende Quelle ebenfalls durchsuchen:
C:\psjUSB
Durchsuchen
Nicht suchen, sondern den zu installierenden Treiber selbst wählen
Verwenden Sie diese Option, um einen Gerätetreiber aus einer Liste zu wählen. Es wird nicht garantiert, dass der von Ihnen gewählte Treiber der Hardware am besten entspricht.
< Zurück
Weiter >
Abbrechen

Please select the path "\psjUSB" (e.g. C:\psjUSB).


Hardwareinstallation
Die Software, die für diese Hardware installiert wird:
piezojena fiberswitch USB
piezojena d-Drive USB
Windows XP überprüft. (Warum ist dieser Test wichtig?)
Das Fortsetzen der Installation dieser Software kann die korrekte Funktion des Systems direkt oder in Zukunft beeinträchtigen. Microsoft empfiehlt strengstens, die Installation jetzt abzubrechen und sich mit dem Hardwarehersteller für Software, die den Windows-Logo-Test bestanden hat, in Verbindung zu setzen.
Installation fortsetzen
Installation abbrechen

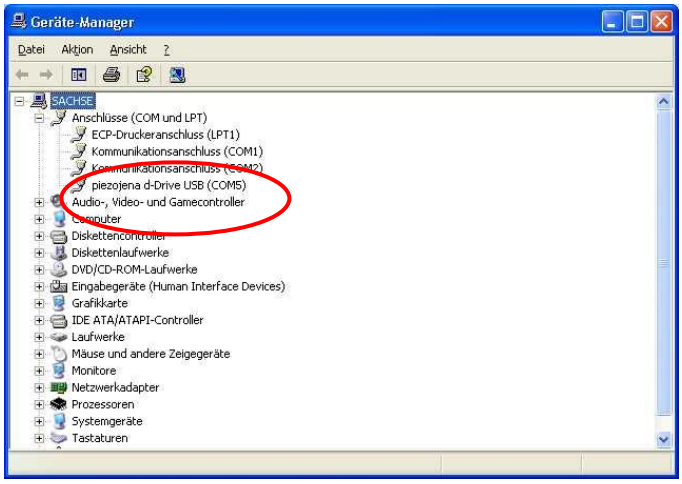
The Windows Logo testing is not relevant for this application, please continue installation.

Assistent für das Suchen neuer Hardware
Fertigstellen des Assistenten
Die Software für die folgende Hardware wurde installiert:
piezojena d-Drive USB
Klicken Sie auf "Fertig stellen", um den Vorgang abzuschließen.
< Zurück
Fertig stellen
Abbrechen

The COM port driver is now installed. The installation is finished.

To use the d-Drive via the terminal program please select the COM port.

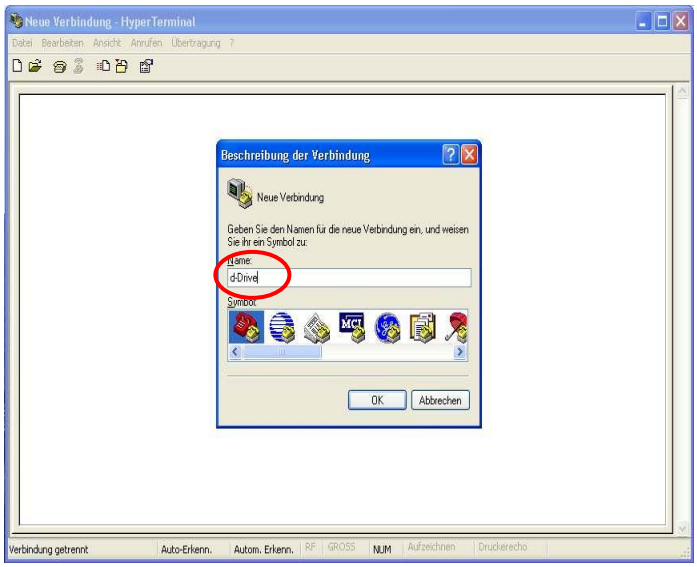
The d-Drive system must be listed in “device manager → ports”.



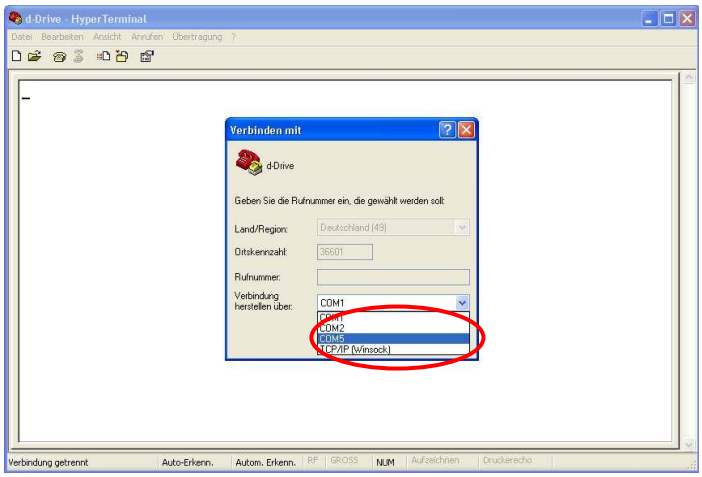
Clicking the right button of your mouse on the device “piezojena…” enables you to change several parameters (not required).

In this example the d-Drive is connected to COM5.

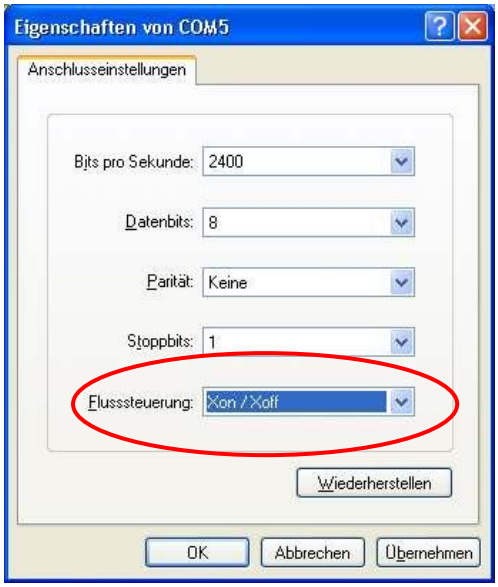
Connection setup for terminal program (Hyper Terminal):



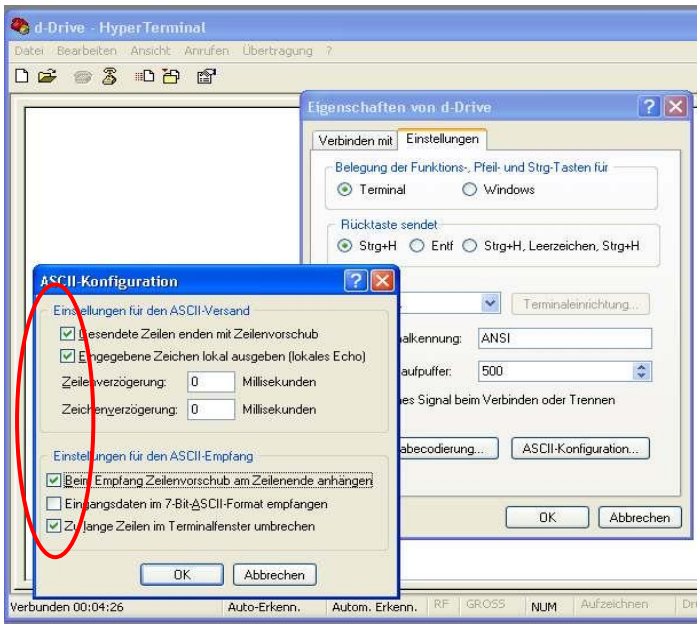
Please select a name for the connection (e.g. dDrive).



Please select the corresponding COM port.

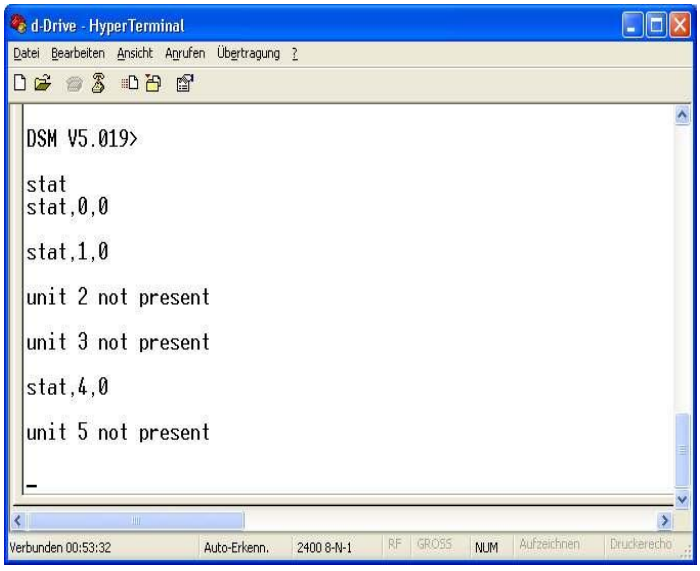


The baud rate is not important. The speed is based on USB1.1.
Important parameters are: 8 data bits, no parity, 1 stop bit, software handshake (Xon/Xoff).



For better handling please set the following “check marks → ready”.

Example: operation via hyper terminal:



On top you can see the prompt “DSM Vx.xxx” after pressing *Enter.* After this, you can see the response to the “stat” command.

8.5.3 commands

global commands:

<command> *Enter*

command	description
s	shows all available commands
stat	shows the state of all amplifiers
dprpon	switch on the cyclic output of the active actuator's position value *[1]
dprpof	switch off the cyclic output of the active actuator's position value
dprson	switch on the automatic output of the status register when status of each module is changed
dprsof	switch off the automatic output of the status register when status of each module is changed

table 10a: commands

channel depended commands:

<command>,<channel>,<value> *Enter* <amplifier channel> = 0...5 (from left to right)

<command>,<channel> *Enter* without a value reads out the current value.

command	description	value
stat	status request	see table 11
mess	position value request *[1]	[micron]
ktemp	amplifier temperature value	[degree Celsius]
rohm	operation time of actuator since shipping	[minutes]
rgver	displays the version number of loop-controller	number
fan	switches the fan on/off	0 = off 1 = on
setf	set the output format of measurement value (mess)	0= three decimal places 1= scientific format
setg	set the output format of all floating point values except "mess"	0= three decimal places 1= scientific format
fenable	enables the actuator soft start	0= soft start disabled 1= soft start enabled
fbreak	aborts the actuator soft start	-
set	command value: actuator voltage (ol) displacement (cl)	-20 to 130.000 [V] 0 to xxx.xxx [µm] (maximum actuator displacement, see datasheet)
sr	slew rate	0.0000002 to 500.0 [V/ms], attributed to the modulation voltage (0 to 10V)
modon	modulation input MOD plug	0 = off 1 = on

monsrc	monitor output (0 = default)	0 = position in closed loop 1 = command value 2 = controller output voltage 3 = closed loop deviation incl. sign 4 = absolute closed loop deviation 5 = actuator voltage 6 = position in open loop
cl	open loop / closed loop	0 = open loop 1 = closed loop
kp	proportional term	0 to 999.0
ki	integral term	0 to 999.0
kd	differential term	0 to 999.0
sstd	set default values	------
notchon	notch filter	0 = off 1 = on
notchf	notch filter frequency	0 to 20000 [Hz]
notchb	bandwidth (-3dB)	0 to 20000 (max. 2 * notch_fr) [Hz]
lpon	low pass filter	0 = off 1 = on
lpf	low pass cut frequency	1 to 20000 [Hz]
gfkt	internal function generator (see table 12)	0 = off 1 = sine 2 = triangle 3 = rectangle 4 = noise 5 = sweep
gasin	generator amplitude sine	0 to 100 [%]
gosin	amplitude offset sine	0 to 100 [%]
gfsin	generator frequency sine	0.1 to 9999.9 [Hz]
gatri	generator amplitude triangle	0 to 100 [%]
gotri	amplitude offset triangle	0 to 100 [%
gftri	generator frequency triangle	0.1 to 9999.9 [Hz]
gstri	symmetry of triangle	0.1 to 99.9 [%] default = 50 %
garec	generator amplitude rect.	0 to 100 [%]
gorec	amplitude offset rectangle	0 to 100 [%]
gfrec	generator frequency rectangle	0.1 to 9999.9 [Hz]
gsrec	symmetry of rectangle	0.1 to 99.9 [%] default = 50 %
ganoi	generator amplitude noise	0 to 100 [%]
gonoi	amplitude offset noise	0 to 100 [%]
gaswe	generator amplitude sweep	0 to 100 [%]
goswe	amplitude offset sweep	0 to 100 [%]
gtswe	generator sweep time	0.4 to 800 [sec/decade]
sct	scan type	0 = scan function off 1 = sine scan 2 = triangle scan
ss	start scan	without value: request scan state 1 = starts scan

trgss	trigger generation stroke position start	minimum: >0.2% of total stoke to maximum: total stroke minus 0.2% of total stroke [µm] or [mrad]
trgse	trigger generation stroke position end	minimum: >0.2% of total stoke to maximum: total stroke minus 0.2% of total stroke [µm] or [mrad], always keep: trgse>trgss !
trgsi	trigger generation position intervals	>0.05% of total stroke in closed loop [µm] or [mrad]
trglen	duration of trigger impulses	n*20µs n=1...255
trgedge	trigger generation edge	0= trigger generation off 1= trigger generation at rising edge 2= trigger generation falling edge 3= trigger generation at both edges
bright	brightness of TFT-display	0 – display off .. 10 – maximum display brightness

table 10b: commands

Note *[1:] The modules EVDxx sends every 500ms an actual position value to the EDSx module. This value is used for display and for output via interface. Overuse querying this value has no effect on the refresh rate. Moving the actuator above this frequency causes alias effects, that mean the output values represents not more the real signal sequence.

Example of command use:

An actuator with 80µm displacement in closed loop should have a swing in rectangle mode from 20µm to 50µm. The actuator is plugged into channel 2 (amplifier 3) --> position 3 f.l.. It should stay on 20µm for 50ms and on 50µm for 150ms. The value from measurement system is then sent to the monitor output.

commands:

- cl,2,1 *Enter* closed loop amplifier 3 on
- gfkt,2,3 *Enter* generator function rectangle
- gfrec,2,5 *Enter* frequency rectangle = 1 / (50ms+150ms) = 5Hz
- garec,2,37.5 *Enter* amplitude rectangle = (50µm – 20µm) / 80µm * 100% = 37.5%
- gorec,2,25 *Enter* offset rectangle = 20µm / 80µm * 100 % = 25 %
- gsrec,2,25 *Enter* symmetry rectangle = 50ms / (50ms + 150ms) * 100% = 25%
- monsrc,2,0 *Enter* set monitor source to position value in closed loop

8.5.4 status register

The status register is a 16bit register, in which each bit describes different properties of the amplifier or actuator. The decimal sum of all bits is the value of status register:

bit	binary	description	decimal
0	2^0	0 – actuator not plugged 1 – actuator plugged	0 1
2,1	2^2, 2^1	0, 0 – actuator without measuring system 0, 1 – strain gauge measuring system 1, 0 – capacitive measuring system 1, 1 – inductive measuring system	0 2 4 6
3	2^3	------	--
4	2^4	0 – closed loop system 1 – open loop system	0 16
5	2^5	------	--
6	2^6	0 – piezo voltage not enabled 1 – piezo voltage enabled	0 64
7	2^7	0 – open loop 1 – closed loop	0 128
8	2^8	------	--
11,10,9	2^{11}, 2^{10}, 2^9	0, 0, 0 – generator off 0, 0, 1 – sine on 0, 1, 0 – triangle on 0, 1, 1 – rectangle on 1, 0, 0 – noise on 1, 0, 1 – sweep on	0 512 1024 1536 2048 2560
12	2^{12}	0 – notch filter off 1 – notch filter on	0 4096
13	2^{13}	0 – low pass filter off 1 – low pass filter on	0 8192
14	2^{14}	------	--
15	2^{15}	------	--

table 11: status register

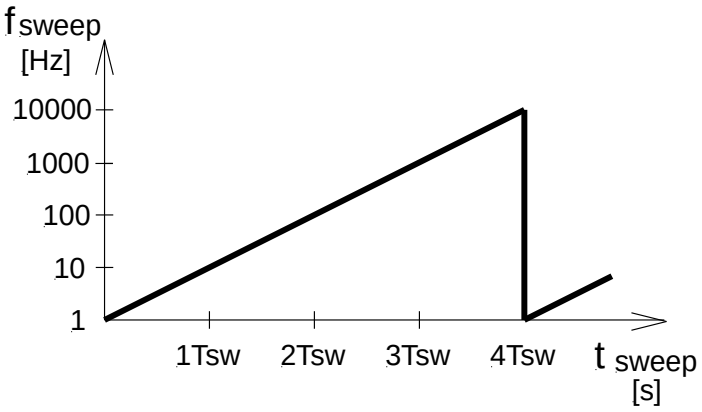
8.6 function generator

Each EVDxxx amplifier in the system contains its own function generator that is able to perform multiple functions. The function generator can be programmed by using the commands detailed above. The following functions can be executed:

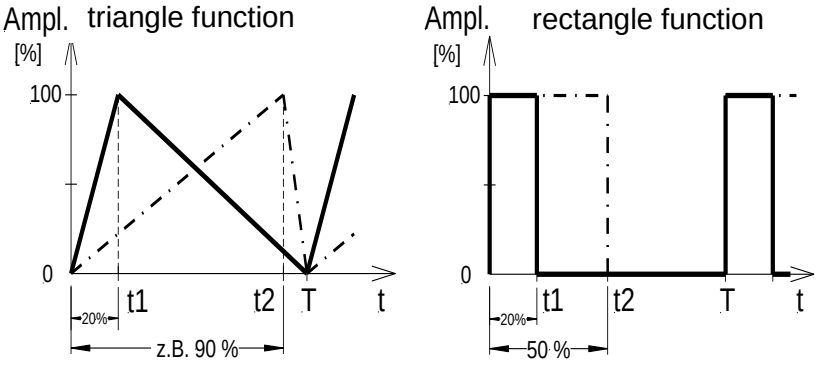
function type 0 = off	Sine 1	Triangle 2	Rectangle 3	Noise 4	Sweep 5
amplitude 0 to 100%	√	√	√	√	√
offset 0 to 100%	√	√	√	√	√
frequency 0.1 to 9999.9Hz	√	√	√	-	-
sweep time 0.4 to 800sec/dec	-	-	-	-	√
duty cycle 0.1 to 99.9%	-	√	√	-	-

table 12: functions and their parameters

The amplitude that has been selected is the peak to peak value. The sweep depth is fixed by 1 Hz to 10 kHz (4 decades). In the meantime, the frequency increases logarithmically. This case represents the "sweep" parameter of the increasing frequency per decade.



The symmetry of a signal describes, in the case of the triangular function, the ratio of rise time t to time period T.
Based on this, a variation can be introduced between a fast increase and a slow decrease as well as a slow increase and a fast decrease of the function.
By using the rectangular function, the duty cycle of high signal in relation to time of a period is described.



Caution: Do not activate trigger function in sweep mode (trgedge =0).

8.7 output of trigger signals

Trigger signals allow us to get an electrical signal when a position is reached or crossed. The trigger points refer to the measured value (stroke or tilt). The trigger is low-active, i.e. a high/low edge shows that you have reached a trigger point.
The active stroke/tilt-range for trigger generation is given by “trgss” (start (lower) position) and “trgse” (end (upper) position). The interval between the trigger points is given by “trgsi”. It is possible to get trigger signals at the rising edge (trgedge,1), the falling edge (trgedge,2) or both edges (trgedge,3).
To disable the trigger generation set trgedge,0. The measurement unit for trgss, trgse, trgsi is the actuator specific unit (e.g. µm or mrad), the length of a trigger signal can be set to multiples of 20 µs (standard is 1*20 µs).
Take care that is there no overlap between two trigger impulses. If this occurs, you must minimize the length of the impulses (trglen,1), or decrease the movement speed of the actuator.
Furthermore, you must be sure that the trigger range (between trgss and trgse) passes through plus 0.2% of the total stroke, otherwise no trigger will be generated because no change between the rising and falling edges will be detected.

Caution: Do not activate trigger function in sweep mode.

Example:

An actuator with a closed loop stroke of 80 µm is used as follows: rising edge (***trgedge,1***), start point 10 µm (***trgss,10***) end point (***trgse,30***) and interval 5 µm (***trgsi,5***), i.e. trigger points are at 10, 15, 20, 25, 30 µm. After reaching Position 10 µm (from a lower position; rising edge!) the trigger is set and the next trigger point will be calculated (15 µm), the trigger output will be reset after n*20 µs (***trglen,***n) and the trigger function is waiting to reach the next trigger position (15 µm) and so on. After reaching the 30 µm position, the next Trigger position is set to 10 µm, the trigger impulse will be generated when the 10 µm position is reached from a lower position than 10 µm (rising edge).

The recognition of edges works as follows:
During the rising edge, the highest measurement value (position) will be stored. If there is a decrease in the measurement value of more than 0.2% (of total stroke) under the stored value, a falling edge will be recognized. During the falling edge, the lowest measurement value (position) will be stored.
If there is an increase in the measurement value of more than 0.2% (of total stroke) over the stored value, a rising edge will be recognized.
This principle depends on whether or not trgss and trgse are bordered by a working area that crosses at least 0.2% (of total stroke) out of the borders.

trgss	**lower trigger position** this is the lowest value where a trigger signal is generated	unit µm or mrad
trgse	**upper trigger position** this is the highest value where a trigger signal is generated	unit µm or mrad
trgsi	**trigger interval** this is the distance between the trigger points	unit µm or mrad
trgedge	**trigger edge** this value depends on which direction the trigger point must be reached for trigger generation	0: trigger disabled 1: trigger at rising edge 2: trigger at falling edge 3: trigger at both edges
trglen	**trigger length** this values depends on the duration of a trigger impulse	(n*20 µs n=1…255)

table 13: commands for trigger generation

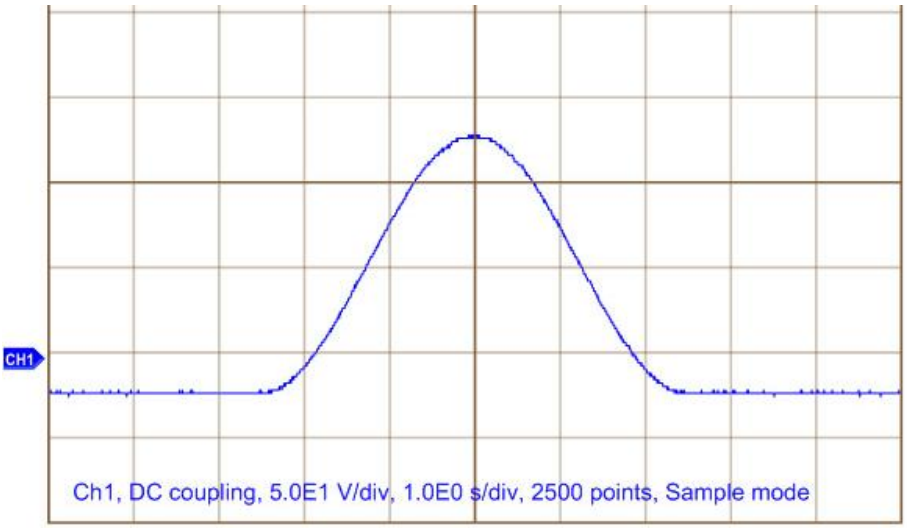
8.8 scan function:

The scan allows the output of exactly one period of the function generator (sine or triangle). This will require that the relevant functional parameters be set (frequency, amplitude, offset or symmetry). The function generator does not need to be activated (gfkt,0). To select a scan, set the scan type to sine (sct,1) or triangle (sct,2).
The scan starts with “ss,1”. During a scan, the status can be requested with "ss<CR>". The answer “ss,2” means the scan is still running, and “ss,0” indicates the scan is complete. A running scan be aborted by setting the status to zero (ss,0<CR>).

Example:

scan sine , 100% amplitude, 0% offset, frequency=0,2Hz

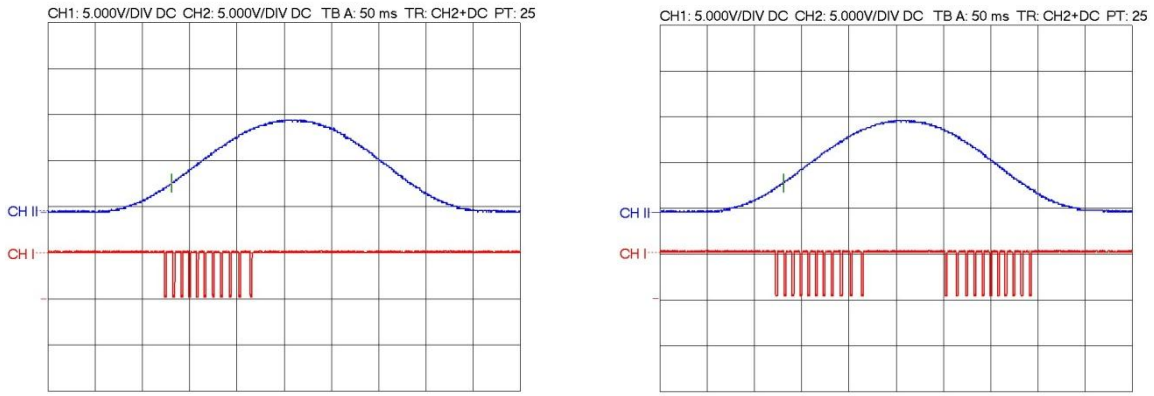
gfsin,0.2 <CR>
gasin,100<CR>
gosin,0<CR>
scan type: sct,1
start scan: ss,1



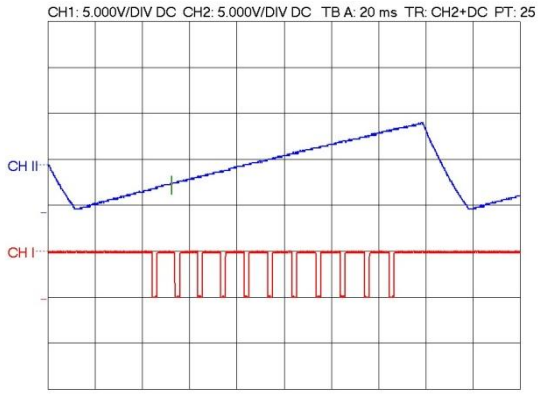
sketch 4: output voltage of a sine scan (open loop)

Application:

The combined use of trigger generation and scan function permits a highly exact scan of a probe. Acceleration forces (and with it oscillations) are minimized by using a sine function, and actions can be initiated by the trigger generation at exactly defined actuator positions.


CH1: 5.000V/DIV DC CH2: 5.000V/DIV DC TB A: 50 ms TR: CH2+DC PT: 25
CH II
CH I
CH1: 5.000V/DIV DC CH2: 5.000V/DIV DC TB A: 50 ms TR: CH2+DC PT: 25
CH II
CH I

sketch 5: sine scan with trigger impulses at rising / both edges



sketch 6: triangle scan with trigger impulses at the rising edge

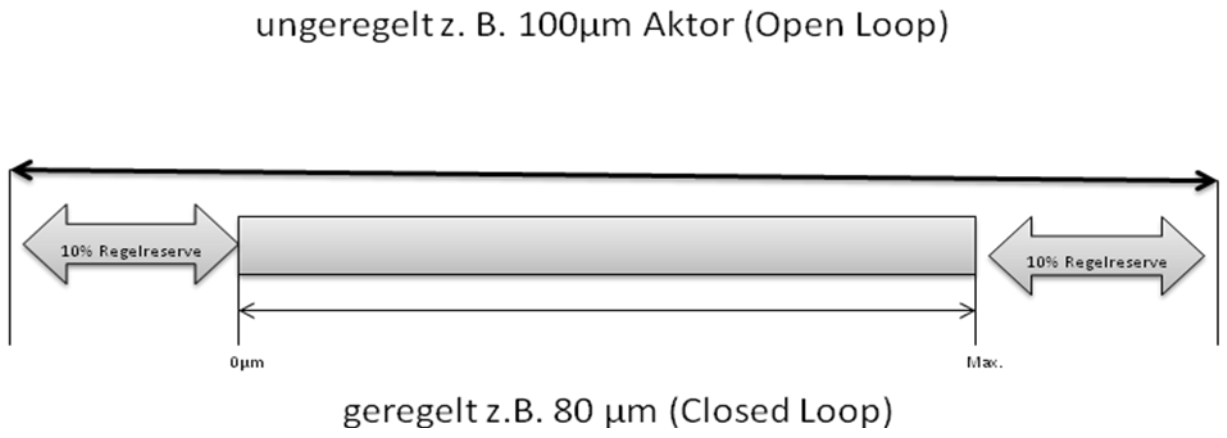
9 handling

The actuator is connected to the EVDxxx using the “PIEZO” plug. The potentiometer knob is used to adjust a static output voltage or position, depending on the operation mode (Offset). The “ANALOG” plug offers an analog interface to control the amplifier using a voltage between 0 and +10 V making arbitrary and scan functions possible. Please remove any analog input voltage from the amplifier before you turn the system on or off to avoid damage.

After power-on, the “READY” LED on the EDS lights up. When the power-on self test is finished, the display shows “main menu”. All amplifiers start their own power-on self test and initialization. When the LED's “UDL” and “OVL” stop blinking, the amplifier has initialized successfully. During this procedure all necessary parameters are transferred from the actuator’s ID-chip to the amplifier and the EDS. Amplifiers without an attached actuator cannot complete this sequence. They remain blinking and cannot communicate with the EDS.

When an EDS2 is part of your system, all initialized channels are displayed. The amplifiers from left to right are shown from top to bottom, meaning that the amplifier in position1 (left) is shown in row 1 (top). For example, if positions 1, 2, and 3 are used with amplifiers, the display shows the actuator name “X” (“Y”, “Z”...) in rows 1, 2, and 3, “ol” for open loop and the actuator voltage “-20.000 V”. Rows 4, 5, and 6 remain blank, which means there was no amplifier found.

When the system starts up and no external voltage is applied to the MOD input, the actuator is in the most negative position of its deviation (see sketch). By pressing the potentiometer in, the operation mode changes to closed loop. The actuator moves to the start position of the closed loop range. Due to the different motion ranges of the actuator in open and closed loop, and because of the fast travel of the actuator to the 0 µm position, a cracking noise can be heard. This is normal and not a malfunction! Turning the potentiometer to the right will increase the deviation until the maximum closed loop position is reached. This range will vary depending on your type of actuator.



sketch 7: open loop / closed loop

The yellow “OVL” LED shows an overload, while the yellow “UDL” LED shows an underload. Please try to avoid this. When an external analog voltage is applied, try to decrease or remove it. If the LEDs still light up, check the connection between the amplifier and actuator. Additionally, a mechanical blocking or overload of the actuator can prevent actuators from reaching their position. If none of the described troubleshooting has worked, turn off the system and contact our support team. Please do not continue working after your actuator has been damaged.

The values of calibration are valid only for a specified assembly configuration. Any change in the assembly configuration can cause the modes OVL or UDL. Please provide us with your assembly configuration in advance.

10 controller adjustment

When any actuator made by ***piezosystem jena*** is connected to the EVDxxx amplifier, their specific values are read from the actuator's ID-chip. The Digital Signal Processor (DSP) of the amplifier is set with these values. These parameters were investigated in the ***piezosystem jena*** laboratory and ensure safe function of the actuator.

There are no kp-, ki- and kd-values for actuators without a measurement system because the closed loop mode is impossible in this configuration. Closed loop is automatically switched off.

To adapt the controller properties to your special application, please start with the default values. First turn on the closed loop mode by pressing the OFFSET potentiometer in. Change one parameter step by step and check the result with the oscilloscope on the "ANALOG" socket of the pertaining amplifier. You must install the monitoring output to **Umes/OL** in the **analog i/o** menu.

In general, change the parameters in small steps and, depending on the actuator's reaction, slightly increase the step width. If the system begins to oscillate, switch off the closed loop immediately by pressing the OFFSET potentiometer button of the pertaining amplifier, then reset the last values entered!

First of all check the function of the notch filter. This has been factory adjusted so that the main resonant frequency is suppressed in an actuator with standard mass loading. If your application has a different mass, the resonant frequency changes (higher mass = lower frequency). The notch parameters are adjustable in the **choose menu** "**slewrate/filter"**. In **filter type** one has to select **notch.** The bandwidth has to be reduced.

The sweep function of the internal function generator can be used to determine the resonant frequency. Use **function generator** in the **choose menu** of the actuator. Set the amplitude to 5%, the offset to 0%, and the sweep time to 1 (1 sec/decade). Set the amplifier to open loop ("OL/CL" LED lights green). With the MOD/MON cable (MON plug) you can connect the oscilloscope to the ANALOG socket of the amplifier. The following adjustments on the oscilloscope are required: store function, time base = 0.5 sec/div, and input voltage = 0.1 V/div. The display shows the response of the actuator measured by the integrated measurement system. Before the measured curve swings out, there is a position where the amplitude is 0 Volts. This is the adjusted notch frequency. At the resonant frequency, the measured curve goes very high. At this point you have to adjust the notch frequency to the resonant frequency to linearize the curve. Using the notch filter might increase noise.

The correct ki-value is determined as follows:
In the **function generator** menu, set rectangle to 1 Hz, amplitude to about 50%, and offset to 25%. Please set the monitoring output to **Umes/CL** in the **analog i/o** menu. The following adjustments on the oscilloscope are required: store function, time base=0.05 sec/div, and input voltage=1 V/div. Set the amplifier to closed loop ("OL/CL" LED lights yellow). The oscilloscope display shows the step response of the actuator measured by the integrated measurement system. If the slew rate is too low, please increase the ki-value in the **digital controller** menu. The overswing after the rise time should be smaller than 1% of the total step.

In these adjustments, the actuator system can begin to oscillate in resonant frequency. Please switch off the closed loop immediately by pressing the OFFSET potentiometer button of the concerned amplifier. Then reset the last values entered! Continuous use at resonance can damage the actuator!

Now you can try to increase the slew rate in the **slewrate/filter** menu**,** as long as no oscillation or large overswing occurs.

11 troubleshooting

Please check all cables and connections first if the system is not working properly.

error	possible solution
no reaction at switch on	Check the power cord. Check whether the main switch on the back side is on. In the main switch there are two fuses. Remove the power cord from your device and check the fuses. If one is damaged please replace, only using fuses of the same value.
UDL/OVL-LED blinks	Check the connection between actuator and amplifier. Check the actuator cable for damage.
UDL/OVL-LED light up in closed loop mode	The actuator is not able to reach the commanded position. Check the modulation input and offset. Check your actuator for mechanical blocking. Check whether your actuators move properly in open loop mode.
actuator oscillates in resonant frequency in closed loop	Check the PID-controller adjustments, reduce the ki-value, Reduce the kd-value. Check whether the function generator is still working.
read back parameters always deviate with the same level from the digital target value	Please switch off the analog modulation input when it's not used. Command: *modon, x, 0* (see 8.5.3 commands). External signals can cause interference or a command value offset.
actuator does not move in spite of the applied analog modulation signal on the MOD input	Please switch on the analog modulation input by using command *modon, x, 1* (see 8.5.3 commands).
displayed / interface values repesents not the real signal sequence	Maybe aliasing effect occurs. When the refresh rate is less than the half working frequency (undersamling), aliasing will be occur. This has an effect only for display, not for the real system.

table 14: errors

For high precision positioning with nm-resolution, you must warm up the amplifier 2 hours before use. A constant temperature is beneficial. Consider that a variation of 5 Kelvin results in an elongation of 13 µm in steel with a length of 200 mm. The best results for resolution and accuracy can only be achieved by setting the digital target values. Therefore, please switch off the analog modulation input when it's not being used.

Equipment customization makes adaptations, according customer preferences, that are possible in terms of the technical threshold values e.g. the main voltage or the output voltage. Please contact our technical service department in order to find out the possibilities for your specific application. Special adaptations must be paid for by the customer.

12 your notes